Автоматизация в энергетике

ежемесячный отраслевой научно-производственный журнал

№ 11 (88)

ноябрь 2016

ISSN 2410-4043

Содержание термина «АСУ ТП» и негативные варианты его толкования 5

Оперативная, краткосрочная и долгосрочная оптимизация графиков работы распределенных энергоресурсов в локально районированной энергосистеме 12

Выбор формата файлов для реализации электронного документооборота в ERP 18

Resygate – конвертер протоколов 22

О происхождении и измерении гармонических искажений в электрических сетях 28

Разработка программно-технической системы реального времени для верификации настроек устройств релейной защиты 38

Опыт внедрения и эксплуатации системы контроля изоляции ЭКРА-СКИ в сети оперативного постоянного тока 46

Локомобильные ТЭЦ XXI века: возрождение с автоматизацией 52

ОАО «Электроприбор» г. Чебоксары: «Все параметры сети под контролем!» 65

9 772410 404006 >

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**

Приглашаем посетить стенды компании «ЭФО» и «LUMEL» на выставке «Электрические сети России».
Выставка будет проходить в Москве с 6 по 9 декабря на территории ВВЦ, в МВЦ «МосЭкспо».
Стенды №№ B21 и B22, павильон № 75, зал B.

НА РЫНКЕ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ 25 ЛЕТ

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

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

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 "ТехЭксперо-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.

Дни поздней осени бранят обыкновенно,
Но мне она мила, читатель дорогой,
Красою тихою, блистающей смиренно.
Так нелюбимое дитя в семье родной
К себе меня влечет. Сказать вам откровенно,
Из годовых времен я рад лишь ей одной.

А.С. Пушкин

Уважаемые коллеги!

Наступает ноябрь, последний месяц осени, лето же давно закончилось, помахало нам на прощанье рукой и отправилось в далекие теплые края готовиться к своему приходу в следующем году. На смену ему пришла философская и поэтичная осень, величественная и таинственная, со всеми ее переменами настроения, букетами ярких осенних листьев, а также простудами и меланхолией. Это время расставаний и новых встреч, завершения пройденных этапов в жизни и совершенно новых неожиданных и интересных начинаний. Время, когда с ощущением быстротечности жизни приходит и умение ценить ее.

В октябре прошло несколько знаменательных событий в энергетике, в которых участвовал наш журнал.

В начале октября успешно прошла Ежегодная конференция и выставка "Генерация энергии 2016: инвестиции, строительство и модернизация". В работе конференции и выставки приняли участие расширенные делегации от Норильский Никель, МечелЭнерго, СИБУР, Евроцемет, Металлоинвест, ГАЗ, Лукойл, Татнефть, ФосАгро, Северсталь, ОМК и других, а также представители регуляторных органов и отраслевых делегаций, лучшие технологические и инжиниринговые компании. Всего более 300 лидеров индустрии. В деловой программе конференции состоялись сессии по таким актуальным вопросам, как – энергоемкие производства: практика энергоэффективных решений; распределенная генерация: комплексное решение технических вопросов, отраслевые круглые столы. Второй день конференции был посвящен важным техническим аспектам и вопросам повышения эффективности и надежности систем энергоснабжения промышленных предприятий. Оценивая риски и преимущества собственной генерации для производственных предприятий, в качестве одной из основных причин просчетов на практике было обозначено отличие фактических значений от целевых, по следующим категориям: загрузка оборудования, режимы работы, стоимость эксплуатации, стоимость строительства и длительность инвестиционной фазы. Эксперты обратили особое снимание на то, что глубина проработки проекта на первых этапах его реализации напрямую влияет на финансовый и технический результаты.

С 18 по 19 октября в Центре международной торговли прошел Международный электроэнергетический форум "RUGRIDS-ELECTRO" и крупнейшая отраслевая выставка "Rugrids-Electro". Главная тема форума 2016 – "Инфраструктура роста. Оптимизация. Возможности". Форум является ключевым событием для ежегодных встреч тысяч специалистов энергетического сообщества. Участие в мероприятии традиционно приняли первые лица электроэнергетической отрасли, представители крупнейших зарубежных и российских компаний, производители и разработчики оборудования, представители научного сообщества и высших образовательных учреждений. "Консолидация. Мультипликативный эффект инфраструктурных проектов" – главная тема пленарного заседания, которое прошло в рамках деловой программы Форума. Участники форума обсудили основные аспекты реинжиниринга российской энергетики, новые тренды и потребности отрасли, сообща определили направления стратегии развития рынка. Деловая программа Форума была насыщена разноплановыми форматами: пленарные дискуссии, круглые столы, мастер-классы, дебаты, лекции и открытые интервью.

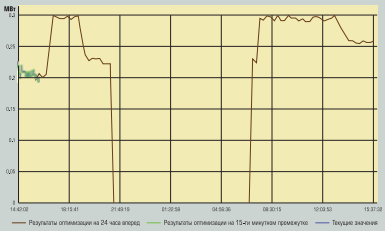
В рамках Форума прошло награждение победителей конкурса "Энергопрорыв-2016", ежегодно проводимого ПАО "Россети" совместно с Фондом "Сколково" при поддержке Агентства стратегических инициатив.

Важным событием также было выступление Министра Энергетики РФ Александра Новака на пленарном заседании Российского энергетического форума 21 октября в Уфе. Он отметил: "Сегодня вся Россия, имея огромный задел в развитии традиционной энергетики, обеспечивая первичными энергоресурсами целый континент, ставит задачу выхода на новые – технологические рынки. При этом стоит задача не просто следовать общему курсу развития энергетики, а самим формировать эти тренды". Он также выразил уверенность, что энергоэффективность мировой экономики и роль возобновляемых источников будет только расти, несмотря на то, что в перспективе ближайших 20 лет энергетика останется углеводородной. "Наша энергетика сегодня более дешевая, безусловно, с точки зрения использования углеводородных ресурсов: угля, нефти и газа. Но мы должны смотреть в будущее, и у нас принята программа в 2014 году по поддержке развития ВИЭ. В 2015 году уже было запущено семь крупных солнечных электростанций суммарной мощностью порядка 60 МВт", – сказал Александр Новак. По словам Министра, мощность объектов на основе ВИЭ к 2024 году должна будет составить около 2,5-3 % от текущего объема установленных мощностей. К числу перспективных технологических направлений, способных изменить будущий облик ТЭК, Министр отнёс водородную энергетику, малую распределенную генерацию с использованием возобновляемых источников энергии, фотоэлектрические преобразователи, сетевые накопители, технологии интеллектуальной энергетики, оборудование на основе сверхпроводимости.

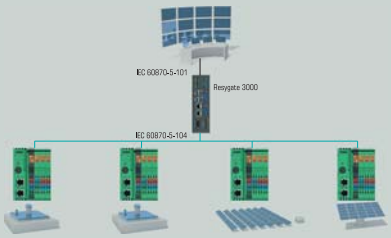
День народного единства – самый молодой праздник с многовековой историей. 4 ноября 1612 года наши предки – все как один, забыв о разности социальных статусов, происхождения и вероисповедания, – сумели объединиться и освободить от иноземных захватчиков московский Кремль. Желаю Вам в этот праздник почувствовать настоящее единение со своим народом, и, наконец, осознанно вспомнить, кто ты и где ты живешь. Желаю Вам крепкого самосознания и любви к родной стране, которая породила нас и дала возможность жить и радоваться жизни! Пусть хотя бы сегодня все люди будут искренне улыбаться друг другу, понимать, поддерживать и желать счастья! Желаю всем вам радости, мира и гармонии с собой и с окружающим миром!

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

СОДЕРЖАНИЕ

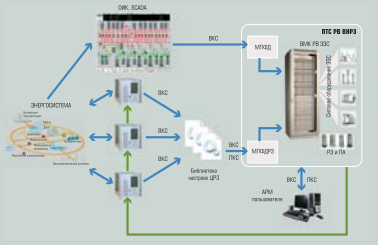


12 *Оптимизированные графики работы ДГУ в масштабе суток*



22 *Вариант использования Resygate*

28 *Ввод 0,4 кВ. Статистика коэффициентов гармоник (коэффициенты гармоник напряжения, усредненные на интервале времени 10 минут)*



38 *Структура ПТС РВ ВНРЗ*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ (проблемы и практический опыт)

5 Э.Л. ИЦКОВИЧ
(ИПУ РАН)
Содержание термина «АСУ ТП»
и негативные варианты его толкования

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ (СА) В ЭНЕРГЕТИКЕ

Моделирование в энергетике

12 И.М. АБРАМЕНКО, А.В. СУББОТИН, Н.Г. ШУБИН
(АО «РТСофт»)
А.А. НЕБЕРА (ООО «ЦПР РТСофт»)
Оперативная, краткосрочная и долгосрочная оптимизация графиков работы распределенных энергоресурсов в локально районированной энергосистеме

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ В ЭНЕРГЕТИКЕ (практический опыт)

ERP-системы

18 С.А. СЕРЕДА
(ООО «ЭнергоДата»)
Выбор формата файлов для реализации электронного документооборота в ERP

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ

Телекоммуникационные системы для энергетики

22 Д.Э. ТОЙВОНЕН
(Компания Феникс Контакт РУС)
Resygate – конвертер протоколов

Решения для технического и коммерческого учета энергии

28 О.В. БОЛЬШАКОВ
(ПАО «ФСК ЕЭС», г. Москва),
О.А. ВАСИЛЬЕВА
(ЗАО «Алгоритм», г. Санкт-Петербург)
О происхождении и измерении гармонических искажений в электрических сетях

Релейная защита

38 М.В. АНДРЕЕВ, Ю.С. БОРОВИКОВ, А.С. ГУСЕВ, А.О. СУЛАЙМАНОВ
(Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»)
Разработка программно-технической системы реального времени для верификации настроек устройств релейной защиты

46 К.В. БЫКОВ, И.А. ГАЛКИН, А.А. ЛОПАТИН (ООО НПП «ЭКРА»)
Опыт внедрения и эксплуатации системы контроля изоляции ЭКРА-СКИ в сети оперативного постоянного тока

ОПЫТ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СА ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ

Альтернативная энергетика

52 И.С. ТРОХИН (Московский государственный областной технологический университет, наукоград Королев, Московская обл.)
Локомобильные ТЭЦ XXI века: возрождение с автоматизацией

ХРОНИКА И НОВОСТИ

56 Тема Интернета вещей раскрыта на Форуме «IT-ЛИДЕР»

58 Международная научно-техническая конференция и выставка «Релейная защита и автоматика энергосистем 2017» проводится в период 25-28 апреля 2017 года в Санкт-Петербурге

59 В Севастополе в 2017 году появится первая зона «новой энергетики»

60 Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии утвержден национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 57114-2016

61 Advantech выпускает два высокопроизводительных промышленных компьютера UNO-3283G и UNO-3382G/3384G

62 Unify представила новые отраслевые решения для бизнеса

63 В УрФУ разработали уникальный проект для диагностики высоковольтных воздушных линий электропередач

63 «Промышленная группа «Метран» получила право первичной поверки средств измерений

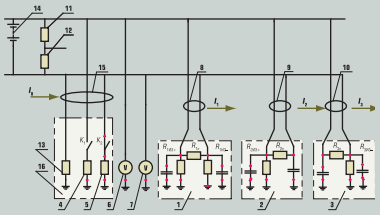
РАЗНОЕ

На заметку производственнику

65 Н.Г. ЯКОВЛЕВА (ОАО «Электроприбор»)
ОАО «Электроприбор» г. Чебоксары: «Все параметры сети под контролем!»

Изодром мудрости

72 Цитаты и мысли о разобщенности и единстве
Подборка А. ЕГОРОВА



46 *Схема системы оперативного постоянного тока с предлагаемым способом определения сопротивлений изоляции сети постоянного тока и поиска присоединений с поврежденной изоляцией*

52 *Современная локомобильная микроТЭЦ марки lion Powerblock*

65 *Переносной прибор для контроля показателей КЭ МПК*

PROSOFT® SYSTEMS

ARIS MT210

Многофункциональный модульный контроллер

Предназначен для построения систем АСУ ТП, ТМ, АИИС КУЭ

IEC 61850

Основные функции

- Сбор данных с приборов учета электроэнергии и энергоресурсов.
- Обмен данными и командами в цифровых протоколах с МП устройствами (МП РЗА, МИП, УСО и др.).
- Ввод дискретных сигналов и команд управления 24 VDC или 220 VDC/VAC.
- Выдача команд телеуправления и оперативной блокировки.
- Присвоение меток времени с точностью 1 мс.

Отличительные особенности

- Модульная архитектура.
- Горячее резервирование процессорной платы и источника питания с поддержкой «горячей» замены.
- Поддержка различных протоколов обмена данными: МЭК 61850-8-1 (GOOSE/MMS), МЭК 60870-5-101, МЭК 60870-5-103, МЭК 60870-5-104, Modbus ASCII/RTU/TCP, CRQ и др.
- Поддержка протокола резервирования PRP.
- Диапазон рабочих температур от -40 до +55° С.

реклама

Инженерная компания ООО«Прософт-Системы»
г. Екатеринбург, ул. Волгоградская, 194а,
www.prosoftsystems.ru

Тел.: +7 (343) 3-565-111
Факс: +7 (343) 3-100-106
info@prosoftsystems.ru

DEKRA

СОДЕРЖАНИЕ ТЕРМИНА «АСУ ТП» И НЕГАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ ЕГО ТОЛКОВАНИЯ

Э.Л. ИЦКОВИЧ (ИПУ РАН)

УЧРЕЖДЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ им. В.А. Трапезникова РАН

Рассматриваются практически распространенные варианты толкования содержания термина "АСУ ТП", используемые при планировании, разработке и эксплуатации АСУ ТП, которые негативно влияют на качество построения АСУ ТП и на эффективность ее функционирования. Фиксируется необходимое содержание АСУ ТП, учет которого заказчиками и разработчиками необходим для ее полномасштабного создания и эффективного использования.

Ключевые слова: *термин "АСУ ТП", состав АСУ ТП, учет человеко-машинного состава АСУ ТП, организационные мероприятия поддержки АСУ ТП.*

ВВЕДЕНИЕ

Изложенный в статье материал базируется на проведенном автором в течение последних нескольких лет анализе проектируемых, внедряемых и эксплуатируемых автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) на более двух десятков предприятий различных технологических отраслей промышленности. Проведенный на отдельных предприятиях разбор результатов этих обследований с конкретными участниками создания АСУ ТП: заказчиками, проектантами, поставщиками оборудования, пользователями и т.д. позволили выделить распространенные причины ограничений и искажений самого понятия "Автоматизированная система управления технологическим процессом" или "АСУ ТП", которые ведут к недостаткам построения АСУ ТП и негативно сказываются на протяжении всего жизненного цикла АСУ ТП.

Естественно, что результаты проведенного анализа не могут претендовать на то, что искажения понятия АСУ ТП и ограничения его содержания, снижающие эффективность функционирования построенной системы, происходят на каждом российском предприятии технологических отраслей промышленности, но опасность распространения этих недостатков достаточно велика, что и послужило причиной разъяснить позицию автора на действительное содержание термина "АСУ ТП", которое следует конкретно учитывать на всех этапах планирования, построения и эксплуатации системы.

1. НЕОБХОДИМЫЙ СОСТАВ АСУ ТП

Конкретное содержание АСУ ТП или ее необходимый состав не удалось найти в стандартах. Лишь некоторые частные подходы требований к включенному в состав АСУ ТП персоналу (операторам) указаны в следующих стандартах:

1. ГОСТ 24.104-85. Автоматизированные системы. Общие требования [1].
   "1.3. Требования к подготовленности персонала АСУ.
   1.3.1. Квалификация персонала АСУ должна обеспечивать эффективное функционирование системы во всех заданных режимах.
   1.3.2. Персонал АСУ должен быть подготовлен к выполнению своих обязанностей в соответствии с инструкциями организационного обеспечения.
   1.3.3. Каждое лицо, входящее в состав персонала АСУ, должно применять соответствующие информационные модели и работать с используемыми им техническими средствами и документацией, определяющей порядок его деятельности".
2. ГОСТ 34.601-90 Автоматизированные системы. Стадии создания [2].
   "16. На этапе 7.2 "Подготовка персонала" проводят обучение персонала и проверку его

способности обеспечить функционирование автоматизированной системы".

Удовлетворительное разъяснение термина "АСУ ТП", определяющее ее состав, приводится в Википедии [3]:

"Под АСУ ТП обычно понимается целостное решение, обеспечивающее автоматизацию основных операций технологического процесса на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно завершённое изделие. Понятие "автоматизированный", в отличие от понятия "автоматический", подчёркивает необходимость участия человека в отдельных операциях как в целях сохранения контроля над процессом, так и в связи со сложностью или нецелесообразностью автоматизации отдельных операций. Как правило, АСУ ТП имеет единую систему операторского управления технологическим процессом в виде одного или нескольких пультов управления, средства обработки и архивирования информации о ходе процесса, типовые элементы автоматики: датчики, устройства управления, исполнительные устройства. Для информационной связи всех подсистем используются промышленные сети".

Полностью принимая данное определение АСУ ТП, подчеркнем важнейшие ее свойства.

АСУ ТП является эргатической, т.е. человеко-машинной системой. При ее создании необходимо разрабатывать как машинную – автоматическую, так и человеческую – операторную составляющие, чтобы они работали согласованно, функционально дополняли друг друга, имели бы аналогичные цели и критерии. Естественно, большая часть нагрузки по контролю и учету технологического процесса ложится на машинную – автоматическую составляющую АСУ ТП (далее она называется **"Система автоматизации технологического агрегата"**), а на анализ измеряемых данных и на управление большая часть нагрузки и, главное, ответственность за качественное функционирование технологического процесса достается человеческой составляющей АСУ ТП, т.е. – операторам технологического агрегата.

Система автоматизации технологического агрегата имеет три иерархических уровня контроля и управления: нижний или полевой уровень, средний или промышленный уровень, верхний или информационный уровень.

1. К нижнему, **полевому** уровню контроля и управления относятся датчики и исполнительные комплексы, состоящие из исполнительных механизмов и регулирующих органов. Средства полевого уровня информационно взаимосвязаны с определенными и контроллерами, расположенными на промышленном уровне, и обмениваются данными с ними через индивидуальные каналы связи или через цифровую **полевую** сеть между каждым контроллером и прикрепленными к нему датчиками и исполнительными механизмами.
2. К среднему, **промышленному** уровню контроля и управления относятся промышленные контроллеры. В больших, объемных технологических агрегатах они могут составлять два иерархических слоя:
   - контроллеры нижнего слоя (обычно нано-, микро-, малые и частично средние по мощности контроллеры) через полевую сеть взаимодействуют со средствами полевого уровня, получая от них информацию об измеренных значениях величин, производя первичную переработку этой информации и передавая управляющие воздействия на исполнительные механизмы. Кроме того, они передают по промышленной сети измеренные и переработанные значения величин контроллерам верхнего слоя и техническим средствам информационного уровня;
   - контроллеры верхнего слоя (большие и частично средние по мощности контроллеры) получают информацию о работе контроллеров нижнего слоя: об их управляющих воздействиях и о реакции на них управляемых величин и вырабатывают корректирующую подстройку параметров алгоритмов работы контроллеров нижнего слоя, улучшающую качество их управления. Информационно они через промышленную сеть взаимодействуют с контроллерами нижнего слоя и с техническими средствами информационного уровня, которым передают данные о своих корректиях.
3. К верхнему, **информационному** уровню относятся серверы, проводящие математическую и логическую переработку и хранение информации, получаемой по промышленной сети от контроллеров, а также рабочие станции операторов, на которые по информационной сети выдаются серверами необходимые операторам

измеренные значения величин, вычисленные учетные данные о работе агрегата, разработанные серверами показатели и различные сведения и сообщения, переданные от технических средств всех уровней. Информационная сеть используется также для связи между собою имеющихся в операторной агрегата рабочих станций, что позволяет им взаимно резервировать друг друга.

Следует отметить, что все программные и технические средства среднего и верхнего уровней системы автоматизации составляют единую систему: программно-технический комплекс (ПТК).

Таким образом, в состав любой современной АСУ ТП входят:

- система автоматизации технологического агрегата, состоящая из автоматических средств полевого уровня и микропроцессорного ПТК;
- операторы автоматизируемого технологического агрегата.

Фундаментом всей АСУ ТП является подсистема контрольно-измерительных приборов и исполнительных комплексов, и ее неполнота, моральная и/или физическая устарелость, недостаточные точность и надежность – не позволят построить совершенную и эффективную АСУ ТП, независимо от совершенства ПТК и квалификации операторов.

Решающую роль в принятии правильных и эффективных решений и управляющих воздействий на технологический процесс играют операторы. Ввиду этого даже отлично спроектированная современная автоматическая составляющая АСУ ТП при слабой квалификации операторов, недостаточного понимания ими возможностей ПТК, не продуманной их связи с автоматической частью АСУ ТП, материальной незаинтересованности в качественной работе агрегата – не позволят создать эффективную АСУ ТП.

Наиболее объемной и функционально загруженной частью АСУ ТП является ПТК. Если его выбор проводится без детального технического анализа современных перспективных ПТК разных производителей и отобранный вариант не содержит рациональных алгоритмов переработки измерительной информации, а (как это нередко происходит) в основном выбор ПТК проводится по критерию его минимальной стоимости, то построенная АСУ ТП, даже при отличном состоянии и функционировании других ее частей, всегда по эффективности будет уступать возможностям, которые могли бы быть достигнуты при приобретении более технически совершенного и перспективного ПТК.

2. РАСПРОСТРАНЕННЫЕ НА ПРАКТИКЕ ВАРИАНТЫ ТОЛКОВАНИЯ ТЕРМИНА “АСУ ТП”

На практике специалисты, отвечающие за разработку и функционирование АСУ ТП, большей частью используют усеченные толкования термина АСУ ТП, почти везде понимая под АСУ ТП (см., например, опубликованные недавно подробные статьи о разработках АСУ ТП: [1] и [2]) только ее отдельные составляющие:

- в лучшем случае, все (от заказчиков до разработчиков) понимают под АСУ только ее автоматическую составляющую;
- в большинстве технических требований и проектов на АСУ ТП понимают даже не полную автоматическую составляющую АСУ ТП, а только ее часть: программно-технический комплекс (ПТК), состоящий из контроллеров, серверов и рабочих станций операторов, который реализует функции промышленного и информационного уровней автоматической составляющей АСУ ТП. При этом из понятия АСУ ТП еще добавочно исключают весь полевой уровень: датчики, исполнительные механизмы и регулирующие органы, что негативно сказывается на содержании реализуемой АСУ ТП и, тем самым, снижает эффективность ее функционирования.

Заказчик, которым обычно является предприятие, приобретающее новый технологический агрегат или заменяющее морально и физически устаревшую систему автоматизации на действующем технологическом агрегате, не формулирует конкретно состав планируемого АСУ ТП и не касается его полного конкретного содержания. В подавляющем большинстве случаев, если речь идет о замене морально и физически устаревшей системы автоматизации, под новым АСУ ТП понимается только новый ПТК, который должен быть внедрен на данном агрегате. Нередко можно объяснить это тем, что финансы на средства полевого уровня и на ПТК идут по разным независимым статьям и не выделяются одновременно. Если приобре-

тается новый агрегат, то заказчик полагается на состав и параметры АСУ ТП, предлагаемые поставщиком оборудования агрегата. Относительно человеческой составляющей АСУ ТП и здесь, и всюду далее в процессе разработки и внедрения АСУ ТП фиксируется только необходимость обучения операторов использовать автоматическую составляющую АСУ ТП; никакие другие аспекты функционирования операторов в АСУ ТП не рассматриваются.

Разработчик технических требований на АСУ ТП, которым большей частью являются либо отдел автоматики проектного института соответствующей отрасли промышленности, либо поставщик определенного ПТК, а значительно реже само предприятие-заказчик, независимо от своей принадлежности к той или иной организации, создает достаточно ограниченные требования не на АСУ ТП в ее полном понимании, а только на автоматическую составляющую АСУ ТП, но фактически сужая и ее содержание:

- либо в них совсем не фигурируют полевые средства (они предполагаются заданными или уже имеющимися на агрегате);
- либо они присутствуют, но в недостаточном числе и не должном качестве (обычно отсутствуют средства измерения всех или части энергетических затрат, не контролируется текущее состояние основного оборудования агрегата, часть имеющихся датчиков не обладает достаточной надежностью);
- недостаточное внимание уделяется необходимой точности оценки измеряемых величин (особенно это касается контроля производительности и качества, выпускаемой агрегатом продукции).

Проектировщик автоматической составляющей АСУ ТП, которым тоже является проектная организация или поставщик средств АСУ ТП, в лучшем случае, реализует заданные требования, а в ряде случаев искажает и сужает их: если это проектная организация, то повторяет уже проведенные ранее, не учитывающие современных, перспективных средств, проекты автоматизации подобных агрегатов; если это поставщик средств, то подгоняет требования под состав и характеристики своих выпускаемых средств, пользуясь тем, что детальной проверки разработанного техно-рабочего проекта заказчик, большей частью, не проводит. Тем самым реализуются все недоработки заданных технических требований, а зачастую к ним добавляются еще и собственные ограничения и недостатки, что еще более снижает качество функционирования АСУ ТП.

Поставщик технических и программных средств АСУ ТП, естественно, реализует поставку необходимых по проекту средств, не вникая конкретно в вопросы их достаточности, рациональности, сформированных способов использования, и не подвергая анализу заложенные в проекте решения. Он обычно не касается вопросов правильности, полноты, эффективности реализации АСУ ТП, т.е. не изменяет заданную ему не полноценную модель АСУ ТП.

Организация, внедряющая АСУ ТП (большей частью ею является поставщик средств) добавляет свои недоработки:

- поверхностное ознакомление операторов автоматизируемых агрегатов с возможностями и правилами рационального использования внедряемой системы автоматизации;
- абсолютное отсутствие каких-либо конкретных требований к предприятию – заказчику, рекомендаций и условий рационального функционирования человеческой составляющей АСУ ТП и эффективного взаимодействия операторов с автоматической составляющей АСУ ТП;
- достаточно формальное и недостаточно длительное проведение этапа опытной эксплуатации внедряемой АСУ ТП и отсутствие перед сдачей ее в промышленную эксплуатацию проверки умения операторов рационально взаимодействовать с системой автоматизации и, тем более, эффективно ее использовать.

Фирма, привлеченная предприятием для сервисного обслуживания АСУ ТП (обычно этой фирмой является поставщик средств автоматизации или его дилер) понимает под АСУ ТП установленные на предприятии технические и программные средства ПТК, а под названием “Сервисное обслуживание АСУ ТП” понимает наблюдения за исправностью состояний контроллеров, серверов, рабочих станций и за отсутствием ошибок прикладных программ. При необходимости, обеспечение их ремонта и исправления, что в действительности составляет весьма малую долю необходимого сервисного обслуживания функционирующей АСУ ТП.

Руководство предприятия обычно не вдается в тонкости того, что должно было быть вне-

дрено под наименованием “АСУ ТП”: оно соглашается и утверждает имеющийся вариант ее исполнения.

3. НЕОБХОДИМЫЙ УЧЕТ ПОЛНОГО СОСТАВА АСУ ТП ВСЕМИ УЧАСТНИКАМИ ЕЕ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Если на всех стадиях жизненного цикла АСУ ТП придерживаться ее необходимого, полного содержания и состава, то следует скорректировать содержание всех этапов создания и функционирования АСУ ТП, что, несомненно, существенно повысит эффективность ее использования.

Заказчик, планирующий создание АСУ ТП, должен четко указать, что разработка должна касаться не какой-либо части, а всех рассмотренных автоматических и человеческих составляющих АСУ ТП.

Разработчик технических требований на АСУ ТП должен, предварительно обследовав текущее состояние с контролем и управлением технологического агрегата (если система планируется для функционирующего на производстве процесса), сформулировать требования на все составляющие АСУ ТП, учитывающие возможность использования отдельных существующих технических и программных средств и имеющиеся формы управления операторами, нормативы их работы и критерии поощрения. Если АСУ ТП планируется для нового, приобретаемого агрегата следует обосновать структурно и функционально требования на все составляющие АСУ ТП.

В части требований к средствам полевого уровня надо наметить необходимый набор модификаций, замен, добавлений технических средств, чтобы полностью точно, достоверно и надежно построить фундамент АСУ ТП. Следует отметить, что даже если в данное время заказчик не имеет средств на необходимую модернизацию средств полевого уровня и ограничивается приобретением ПТК, надо все равно сформулировать эти требования и в них обязательно указать: что без их выполнения АСУ ТП будет ущербной и эти требования должны быть реализованы в возможно более короткий срок.

Требования к ПТК должны подразделяться на требования к его структуре и на требования к характеристикам его программных и технических средств.

Не должны быть забыты требования к операторам автоматизируемого технологического процесса. В них должны быть сформулированы указания к проработке ряда аспектов рационального поведения операторов в составе разрабатываемого АСУ ТП. В частности, должны быть отработаны: обоснования целесообразного числа операторов и функциональной ответственности каждого оператора; формы и методы обучения операторов взаимодействию с автоматическими средствами АСУ ТП; способы проверки качества работы операторов по завершении этапа опытной эксплуатации АСУ ТП; необходимые модификации нормативов и должностных инструкций операторов, конкретизирующих их взаимодействия с автоматической составляющей АСУ ТП; способы материальной мотивации операторов за эффективное использование автоматических средств АСУ ТП.

Проектировщик и поставщик технических и программных средств АСУ ТП должны выполнять свои функции в полном соответствии с выше отмеченными техническими требованиями на АСУ ТП. Важно подчеркнуть необходимость детальной проверки разработанного техно-рабочего проекта и поставляемых программных и технических средств, чтобы исключить любые отклонения от заданных технических требований.

Организация, внедряющая АСУ ТП должна обязательно проводить все работы на этапе опытной эксплуатации системы **совместно с заказчиком**, т.е. с предприятием, на котором внедряется АСУ ТП, так как процесс внедрения требует проведения ряда организационных и административных мероприятий касающихся функционирования операторов, которые может выполнить только руководство предприятия. В частности, они должны совместно реализовывать эффективное взаимодействие операторов с автоматическими средствами АСУ ТП. Особое внимание должно быть уделено ими следующим вопросам:

- проверке результатов обучения операторов взаимодействию с автоматическими средствами АСУ ТП в начале внедрения системы;
- решению об окончании этапа опытной эксплуатации только после фиксации выполнения всех требований к операторам автоматизируемого технологического процесса, учету их замечаний к работе системы

автоматизации и проверки эффективного функционирования АСУ ТП.

Фирма, привлеченная предприятием для сервисного обслуживания АСУ ТП, или подразделение предприятия, реализующая его, должна полнее воспринимать термин "сервисное обслуживание", по смыслу которого она должна обеспечивать:

- слежение за исправной работой всех технических и программных средств АСУ ТП и их необходимое обслуживание и ремонт;
- наблюдение за рациональной эксплуатацией операторами автоматических средств АСУ ТП и корректировка их взаимодействия;
- периодическую проверку правильности всех настроечных параметров средств контроля и управления и их необходимую модификацию или указание о необходимых действиях;
- своевременную модернизацию отдельных программных и технических средств АСУ ТП при любых изменениях и совершенствованиях технологического процесса и/или оборудования агрегата;
- анализ деградации АСУ ТП со временем, т.е. периодический аудит работы АСУ ТП, сопоставление текущих результатов работы с результатами прошлых аудитов и разработка необходимых мероприятий по совершенствованию работы АСУ ТП.

Руководство предприятия должно либо само, либо привлекая независимую организацию, конкретно участвовать в создании и использовании АСУ ТП:

- проверять результаты проведения отдельных этапов разработки АСУ ТП;
- полноценно, соответствующим персоналом предприятия, участвовать во внедрении АСУ ТП;
- обеспечивать необходимые организационные и административные мероприятия по поддержке АСУ ТП;
- отслеживать результаты периодических аудитов АСУ ТП.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практические результаты приведенных положений.

1. АСУ ТП не есть внедренное современное ПТК при нетронутых, неполных, морально и физически устаревших средствах полевого уровня. Более того, если даже внедрение затронуло все уровни контроля и управления и построена необходимая автоматическая составляющая АСУ ТП, но не обеспечено ее эффективное использование операторами технологического агрегата, то и это не есть полноценное АСУ ТП.
2. Использование термина "АСУ ТП" при внедрениях только указанных отдельных составляющих человеко-машинной системы контроля и управления приносит ощутимый вред, поскольку оно позволяет руководству предприятия считать, что данный технологический агрегат имеет вполне современную систему управления и не нуждается в добавочных разработках и мероприятиях по совершенствованию его работы.
3. Любое АСУ ТП со временем деградирует; причем тем быстрее, чем сложнее и совершеннее его средства автоматического контроля и управления, поэтому без постоянного сервисного обслуживания АСУ ТП, в том числе без периодического аудита работы системы контроля и управления агрегатом, говорить о достаточно качественном управлении агрегатом со временем все труднее, даже если, в свое время, была внедрена полномасштабная, современная АСУ ТП.

Список литературы

1. *http://www.rugost.com/index.php?catid=21&id=76:24104-85-3-34603-92&Itemid=52&option=com_content&view=article*
2. *http://mainavi.ru/normativnye-dokumenty/gost/%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2_34_601-90/3*
3. *https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%A1%D0%A3_%D0%A2%D0%9F*
4. *Адилов Ф.Т.* и др. Опыт разработки и эксплуатации АСУ ТП Бухарского НПЗ. Автоматизация в промышленности, № 7, 2015 г., стр. 50-53.
5. *Антипов С.И.* и др. О создании конкурентоспособной АСУ ТП для АЭС нового поколения. Автоматизация в промышленности, № 11, 2015 г., стр. 36-40.

Ицкович Эммануил Львович *– д-р техн. наук, профессор Института проблем управления РАН.*

Шлюз IIoT привносит разум вашему оборудованию

Бесшовное соединение, агрегирование и передача данных

ADVANTECH

Enabling an Intelligent Planet

Решения для шлюзов Industrial IoT

Чтобы следовать трендам Industry 4.0, компания Advantech предлагает использовать в качестве шлюза не просто промышленный компьютер с коммуникационными возможностями, а решение, которое позволит собирать отдельные системы в сеть для обмена данными и их последующего анализа.

UNO-1251G

Компактный шлюз TI Cortex A8 на DIN-рейке с программируемым OLED дисплеем

UNO-2272G

Встраиваемый компьютер Intel® Atom™/Celeron с технологией iDoor

ADAM-3600

Беспроводной шлюз IIoT TI Cortex A8, RT-Linux, с 2 x LAN, 3 x COM, 8 AI / 8 DI / 4 DO и 4-слотами расширения на борту

APAX-5580

Промышленный компьютер Intel® Haswell Core i7/i3/Celeron поддерживает макс. 32 платы I/O расширения, до 768 DI/O, 192 AI

WISE-4012

Беспроводной модуль с 4 каналами универсального ввода и 2 каналами дискретного вывода, с RESTful Web Service и SSL

www.advantech.ru

Advantech Co., Ltd.
Представительство в России

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

ОПЕРАТИВНАЯ, КРАТКОСРОЧНАЯ И ДОЛГОСРОЧНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАФИКОВ РАБОТЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ В ЛОКАЛЬНО РАЙОНИРОВАННОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

И.М. АБРАМЕНКО, А.В. СУББОТИН, Н.Г. ШУБИН (АО "РТСофт")
А.А. НЕБЕРА (ООО "ЦПР РТСофт")

RTSoft
средства и системы автоматизации

В данной статье определяются, декомпозируются и описываются основные принципы определения стратегии оптимального управления районированной энергосистемой (оперативная, краткосрочная и долгосрочная оптимизация графиков работы распределенных энергоресурсов) для обеспечения координированного управления всеми распределенными энергоресурсами, минимизации затрат на топливо, закупку энергии на рынках и техническое обслуживание оборудования, повышения доходов от продажи энергии и оказания системных услуг (ценозависимое потребление, регулирование частоты и напряжения).

Ключевые слова: *оперативная, краткосрочная и долгосрочная оптимизация, районированная энергосистема, Microgrid, прогноз потребления, прогноз ВИЭ, информационно-управляющая система.*

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных мировых трендов в электроэнергетике является постепенное сближение источников генерации и потребления с образованием энергорайонов (Microgrid), с явно выраженными границами с большой энергосистемой или вообще работающих автономно. Первая причина этого процесса – развитие малой генерации и возобновляемых источников энергии (ВИЭ), которые устанавливаются вблизи потребителей и встраиваются в локальную распределенную инфраструктуру. Второй причиной является существенное увеличение КПД при встречном уменьшении стоимости распределенных энергоресурсов. Так, электрический КПД современных газопоршневых агрегатов достиг 40%, что выше КПД парогазовых блоков 800 МВт (~35%), а стоимость электрохимических накопителей электрической энергии за последнее десятилетие уменьшилась на порядок. Естественно, что для эффективного функционирования Microgrid необходимо управлять всеми представленными в ней энергоресурсами.

В принципе, функции управления могут выполнять локальные системы управления каждого агрегата, может обеспечивать дежурный инженер или диспетчер энергосистемы, однако с ростом количества объектов управления в Microgrid невозможно обойтись без высоко автоматизированной или автоматической информационно-управляющей системы. Такие системы управления должны осуществлять координированное и **оптимальное** управление всеми распределенными энергоресурсами, **минимизируя** затраты на топливо, закупки энергии на рынках и техническое обслуживание оборудования, **повышая** доходы от продажи энергии и оказания системных услуг (ценозависимое потребление, регулирование частоты и напряжения).

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим локально районированную энергосистему, состоящую из множества распределенных объектов генерации, хранения, передачи, распределения и потребления электроэнергии. В каждый момент времени необходимо производство такого количества электроэнергии, которое бы покрывало текущую нагрузку и потери на передачу и распределение этой энергии. Причем у разных энергоресурсов имеется различная стоимость производства энергии в зависимости от типа агрегатов и топлива, КПД, уровня загрузки и износа оборудования и т.п. Одной из задач управления такой энергосистемой является экономическое или третичное управление – иначе говоря, оптимальное управление имеющимся в наличии оборудованием, в частном

случае минимизирующее стоимость электроэнергии для потребителей при условии выполнения ряда технологических ограничений. Заметим, что некоторые параметры системы, необходимые для осуществления оптимизации режима, такие как расходные характеристики энергоагрегатов, параметры, характеризующие износ оборудования (например, моточасы), меняются относительно медленно, другие же, такие как коммутационный статус оборудования (в работе/выведен из работы) – быстрее, несколько раз за сутки, третьи, такие как вырабатываемая мощность, – множество раз за сутки, поскольку на принципиально непрогнозируемые отклонения балансов мощности энергосистемы необходимо реагировать в течение минут и секунд. Решение комплексной задачи предлагается декомпозировать на три уровня: оперативный, краткосрочный и долгосрочный.

КОНЦЕПЦИЯ ТРЕХУРОВНЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

В центре предлагаемого подхода к комплексной оптимизации режима работы Microgrid лежит задача выбора состава введенного в работу оборудования (ВСВО) на 24-часовом периоде (или краткосрочная оптимизация). Именно эта задача позволяет определиться со стратегией управления малой энергосистемой, а именно: определить, когда целесообразно запасать энергию в накопителях и когда тратить, какое именно генерирующее и энергоемкое потребляющее оборудование и когда использовать.

Задача ВСВО решается в предположении, что все медленно изменяющиеся параметры системы (такие как расходные характеристики, параметры износа оборудования и др.) зафиксированы на выбранном периоде.

Для учета медленно изменяющихся процессов, протекающих на длительных периодах времени, решается задача долгосрочной оптимизации годового уровня, учитывающая, корректирующая и определяющая медленно изменяющиеся параметры и ограничения.

Краткосрочная оптимизация определяет наилучшее поведение системы не в виде непрерывной траектории, а в виде последовательности рабочих точек с дискретностью представления 15 минут. Большая детализация во времени не представляется целесообразной, так как прогнозные данные, как правило, не приводят к фактическому уточнению режима энергосистемы на меньших интервалах. В связи с этим система обладает некоторой свободой и неопределенностью на интервалах между рассчитанными точками. Для устранения неопределенности и обеспечения непрерывного оптимального управления в темпе, приближенном к реальному времени, вводится третий уровень управления – оперативная оптимизация, – действующий на скользящем с темпом 1 раз в минуту 15-минутном интервале. Оперативная оптимизация принимает на вход параметры текущего фактического состояния системы и целевого состояния из задачи ВСВО и далее оптимизирует режим Microgrid на скользящем 15-минутном интервале, формируя более точный оперативный прогноз и быстро реагируя на внезапные фактические изменения системных условий.

ЗАДАЧА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Задача прогнозирования выработки электроэнергии ВИЭ и потребления электроэнергии является ключевой для всех задач оптимизации. Благодаря прогнозированию появляется возможность принимать управляющие решения не только на основании текущих системных условий, но и на основании условий, которые сложатся в Mcrogrid в будущем – на горизонте планирования. Таким образом, решение оптимизационных задач производится на интервале, связывающем прошлое, настоящее и будущее, – в так называемом пространстве-времени (принцип проактивного управления).

Для прогнозирования потребления на основе имеющейся истории строятся и постоянно уточняются прогностические модели, структура которых зависит от объема имеющихся данных. Полученные с помощью прогностических моделей прогнозы независимых параметров оптимизации – потребления и генерации ВИЭ – используются в краткосрочной и оперативной оптимизации.

Для решения задачи оперативной оптимизации используется оперативный прогноз потребления (порядка нескольких минут), полученный с помощью методов анализа и формирования временных рядов, основанных либо на авторегрессионных подходах (ARIMA), либо на интерполяции наиболее “свежих” точек траектории из фактического режима и точек из будущего, формируемых в задачах более дальнего прогноза.

Прогноз ВИЭ генерации на ветровых (ВЭС) и солнечных (СЭС) электростанциях составляется с использованием прогноза погоды и математических моделей, связывающих мощность этих электростанций с прогнозируемыми метеопараметрами.

ДОЛГОСРОЧНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

Долгосрочная оптимизация производит корректировку характеристик оборудования (корректирует ценовые показатели в зависимости от технического состояния и, главное, от наработки оборудования) и в соответствии с этим влияет на приоритеты загрузки генерирующего оборудования. Наличие долгосрочной оптимизации позволяет избежать ситуаций, когда один агрегат использовался значительно чаще, чем другие, и поэтому раньше потребует технического обслуживания. Таким образом, алгоритм минимизирует использование не только неэффективного оборудования, но и оборудования с наиболее высоким уровнем израсходованного ресурса.

КРАТКОСРОЧНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

Краткосрочная оптимизация решает задачу оптимального управления оборудованием, планируются пуски/остановы генераторов, стратегия использования накопителя и покупка/продажа электроэнергии во внешнюю сеть. Задача является более сложной, чем простая оптимизация в точке (в момент времени). Так как, например, решение об использовании собственного генератора для заряда накопителя может показаться невыгодным в текущий момент, однако на самом деле это позволит сэкономить потом, когда стоимость электроэнергии из внешней сети возрастет. Другой пример: решение о целесообразности превентивного расходования энергии накопителей перед режимами спада потребления или повышенной генерации на ВИЭ с точки зрения текущих режимных условий представляется неочевидным, однако непринятие такого решения может повлечь за собой необходимость обязательного по режиму отключения “бесплатного” источника энергии (ВИЭ) в ближайшем будущем. Именно по вышеназванным причинам основой для выработки стратегии краткосрочной оптимизации являются прогнозы потребления и неуправляемой генерации.

Пример целевой функции, которую необходимо минимизировать при наличии m генераторов во внутренней сети Microgrid и внешней сети, записывается следующим образом:

$$C_{\Sigma}=\sum_{j=1}^{m}\left(\sum_{i=1}^{96}C_{r_{j(i)}}+C_{\text{пуск}\Sigma}+C_{\text{стоп}\Sigma}\right)+\sum_{j=0}^{k}\sum_{i=1}^{96}C_{\text{Сеть}_i}\rightarrow \min,$$

где первое слагаемое отвечает за стоимость работы $C_{r_{j(i)}}$, пусков $C_{\text{пуск}\Sigma}$ и остановов $C_{\text{стоп}\Sigma}$ генераторов, а второе – за стоимость покупки электроэнергии из внешней сети.

Минимизация целевой функции должна осуществляться при обязательном соблюдении ограничений в форме равенств и неравенств.

Типичным ограничением в форме равенств является условие баланса активной мощности в каждый момент времени i, определяемого уравнением:

$$\sum_{j=1}^{m}P_{r_j}\pm P_{\text{Сеть}}\pm\sum_{j=0}^{k}P_{\text{СНЭ}}-P_{\text{нагр.}\Sigma}-P_{\text{потери}}=0,$$

где P_{r_j} – текущая мощность каждого генератора, $P_{\text{Сеть}}$ – мощность, покупаемая или продаваемая в сеть, $P_{\text{СНЭ}}$ – мощность, которую отдает или потребляет сетевой накопитель при зарядке или разрядке. Данное уравнение используется при решении задачи краткосрочной оптимизации при линейном представлении энергосистемы. В общем случае учет балансов мощности для нелинейного или линеаризованного представления электрической сети осуществляется за счет решения систем уравнений установившегося режима, обеспечивающих сведение балансов в каждом узле сети по активной и реактивной мощности.

Ограничения в форме неравенств позволяют учесть индивидуальные ограничения оборудования: минимальную и максимальную мощность, максимальный заряд, множество ограничений по времени, связанных с особенностями пусков и остановов оборудования, сетевые ограничения, интегральные ограничения на накопленную энергию, запасы топлива и допустимую скорость изменения режима генерации или управляемой нагрузки.

Задача ВСВО является задачей смешанного целочисленного программирования и может быть поставлена как в линейной форме (MILP), если расходные характеристики оборудования могут быть представлены прямыми, например, как у некоторых дизель-генераторов, так и в нелинейной, если, например, среди оборудования есть газовые микротурбины

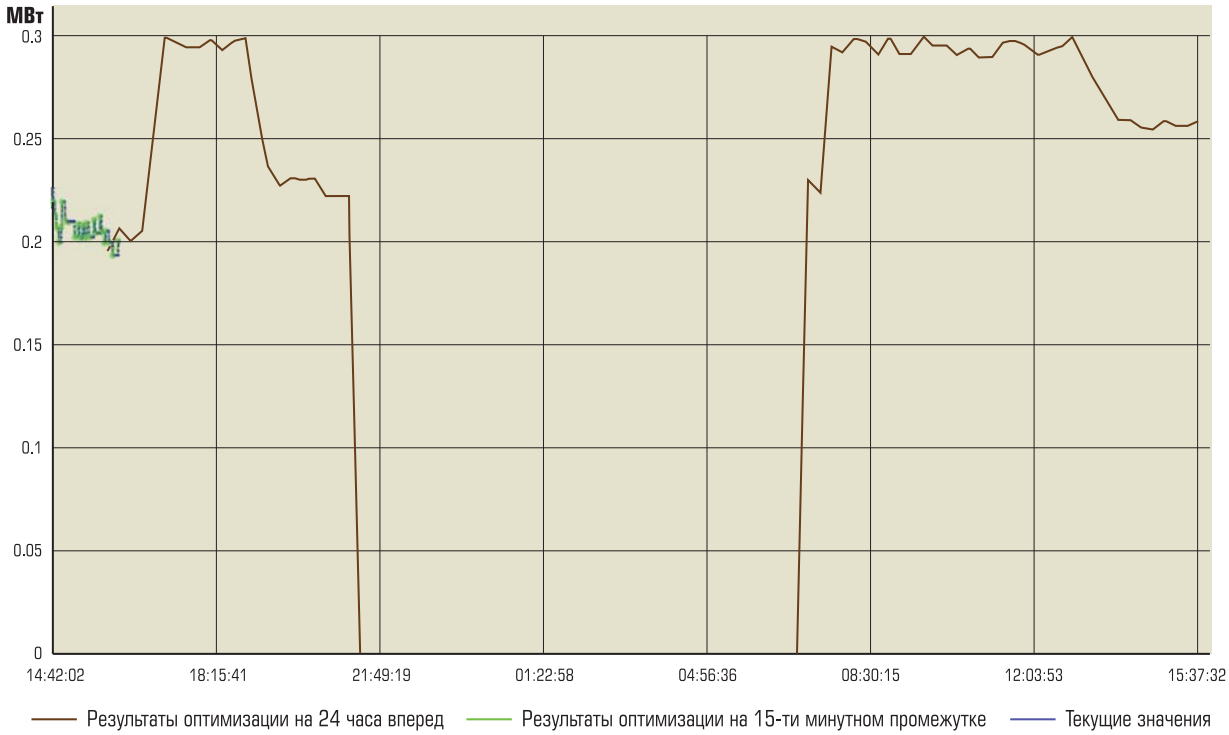


Рис. 1. Оптимизированные графики работы ДГУ в масштабе суток

и газопоршневые агрегаты. Целочисленные переменные возникают из-за того, что генератор может находиться в конечном количестве состояний (включен, выключен, в режиме горячего резерва), причем в некоторых из них он выдает мощность, а в некоторых – нет. Так как включение/выключение генератора не производится мгновенно, оно влечет за собой некоторые накладные расходы, и, соответственно, решение об изменении его состояния, принятое сейчас, влияет на будущее, т.е. не является локальным свойством решения.

Возможны различные подходы к решению задачи. В частности, хорошо себя показал метод динамического программирования (DP). В соответствии с ним сначала задача решается в обратном времени, определяя для каждой точки фазового пространства (в данном случае это состояния генераторов, количество энергии в накопителях и объем закупок у внешней сети) наименьшую стоимость перехода в конечное состояние системы $V(s,t)$. Для конечного (самого позднего) момента времени стоимость перехода всегда равна нулю, для предпоследнего можно ее определить, зная значение для последнего, и т.д. Затем, зная значение функции цены в первый момент времени, можно выбрать оптимальное начальное состояние в первый момент, во второй и так до конца. Метод позволяет гарантированно найти оптимальное решение в пределах заданной точности. Нелинейность задачи не является ограничивающим фактором, время расчета всегда линейно зависит от периода расчета. Недостатком является то, что с ростом числа независимо управляемых накопителей время расчета становится неудовлетворительно долгим.

Поэтому в данном случае используется классический метод решения задачи MILP – метод ветвей и границ. При этом задача линеаризуется, кривые стоимости заменяются кусочно-линейными функциями. Общий принцип метода ветвей и границ следующий: поочередно фиксируются некоторые наборы целочисленных переменных, остальные целочисленные переменные полагают непрерывными и решают получившуюся задачу линейного программирования (relaxed). Если целевая функция получилась меньше, чем у какого-то полученного ранее решения, то отбрасывается целая “ветвь” решений, содержащая данный фиксированный набор целочисленных переменных.

Результатом работы краткосрочной оптимизации является график работы оборудования на 24 часа вперед, пример для одного ДГУ приведен на рис. 1.

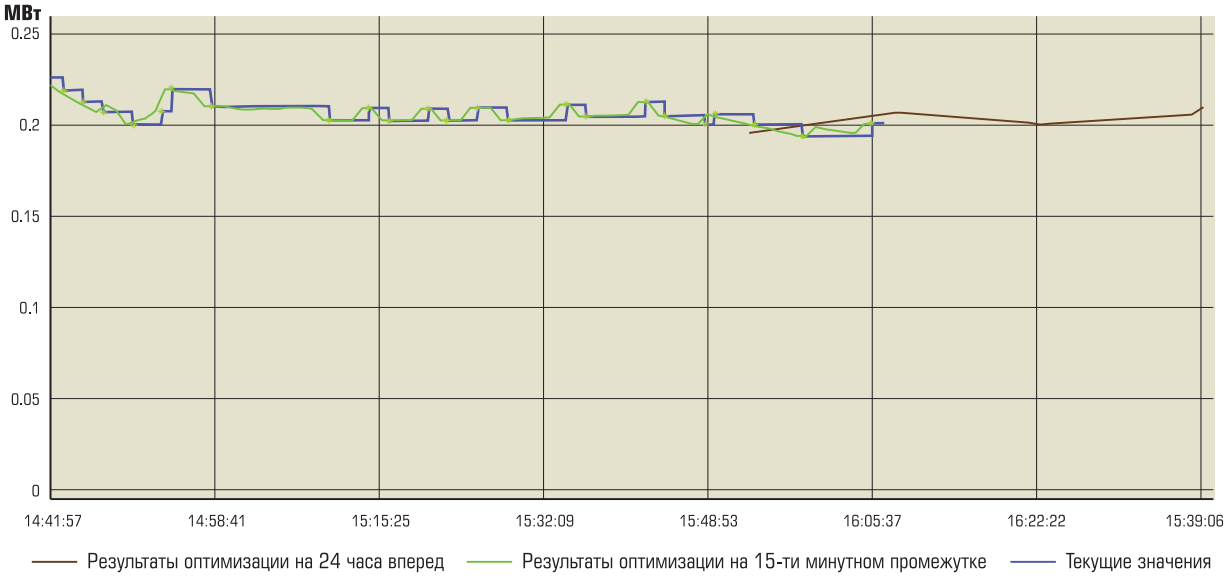


Рис. 2. Оптимизированные графики работы ДГУ в масштабе часа

ОПЕРАТИВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ

Уровень оперативной оптимизации решает две задачи:

1. Оптимизация по активной мощности внутри 15-минутного интервала. Состав используемого оборудования и краевые условия фиксированы – они были определены на этапе краткосрочной оптимизации.

   В этом случае задача уже не является задачей целочисленного программирования, поэтому оптимизация по активной мощности не вызывает труда.
2. Совместная оптимизация уровней напряжения и потоков реактивной мощности, которая обеспечивает:
   - минимизацию потерь мощности в сети;
   - минимизацию отклонений модулей напряжения от заданного диапазона;
   - максимизацию пропускной способности сети по активной мощности за счет снижения потоков реактивной мощности;
   - минимизацию потоков реактивной мощности, принимаемой из питающей сети.

Результат работы оперативной оптимизации, на примере одного ДГУ, приведен на рис. 2.

ВЫВОДЫ

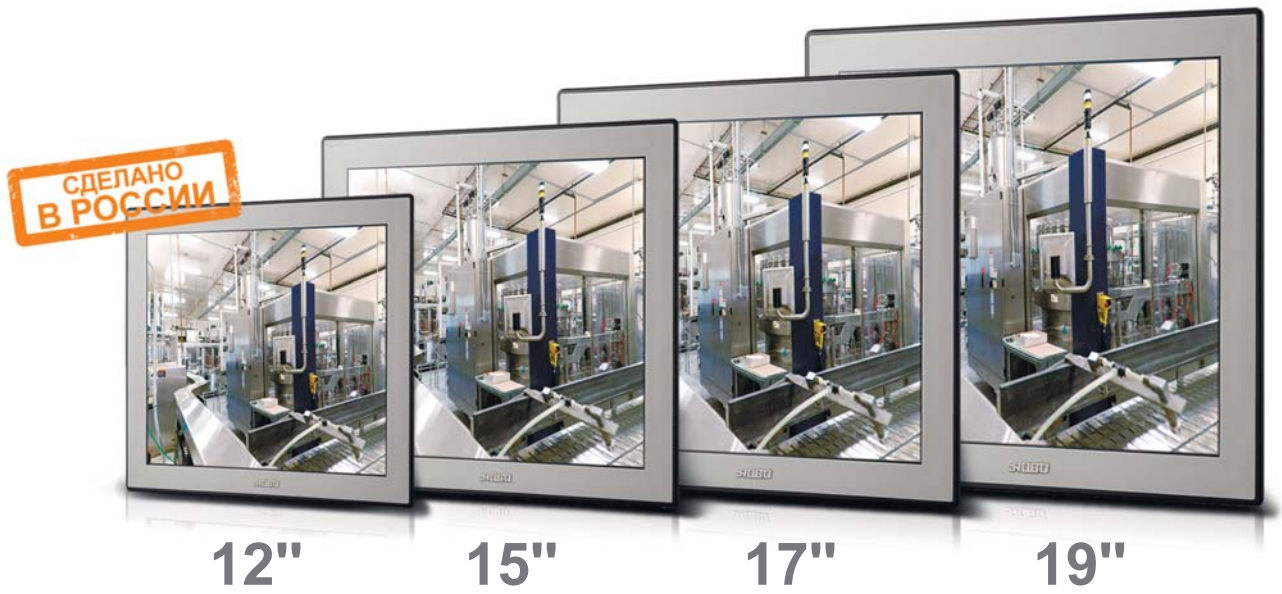
Опираясь на вышеизложенные методики, коллектив АО “РТСофт” разработал модули экономической оптимизации и третичного управления для информационно-управляющей системы нового поколения AMIGO (Advanced Microgrid Optimization), которые позволяют обеспечить все вышеуказанные возможности оптимального и проактивного управления в рамках районированных энергосистем (объекты промышленности, автономные поселения, объекты военной инфраструктуры, объекты нефтегазодобычи, инноградов и кампусы и др.) и получить существенный экономический эффект – снижение затрат на энергоснабжение на 5-20 %.

Список литературы

1. *CIGRÉ* Working Group C6.22 Microgrid Evolution Road-map (WG6.22).
2. *Short-Term* Forecasting with ARIMA Time Series Models, by Hans Levenbach.
3. *The theory* of dynamic programming, by Richard Bellman.

АО “РТСофт”.
Абраменко Иван Михайлович *– руководитель направления SMART GRID,*
Субботин Александр Владимирович *– эксперт технической дирекции по электроэнергетике,*
Шубин Николай Генрихович *– главный эксперт технической дирекции по электроэнергетике.*
ООО “ЦПР РТСофт”.
Небера Антон Алексеевич *– инженер-программист отдела разработки программного обеспечения SMART GRID.*

Безвентиляторные отечественные промышленные компьютеры IROBO-5000 – с поддержкой протоколов промышленных сетей



Панельные компьютеры серии **iROBO-5000** отечественного производства, являются результатом многолетнего успешного опыта компании IPC2U в области разработки индустриальных решений. Созданные на базе высококачественных комплектующих, серия **iROBO-5000** является надежным и эффективным решением для создания многофункциональных систем автоматизации.

Основные технические характеристики:

- Диагональ дисплея 12'', 15'', 17'', 19''
- Монтаж в панель, на стену, настольный, VESA 100
- Металлический корпус с защитой по передней панели IP65
- Резистивный сенсорный экран
- Энергоэффективный процессор третьего поколения Intel Atom E3826
- Порты ввода-вывода: 2xCOM (RS-232/422/485), 2xUSB 2.0, 1xUSB 3.0, 2xGbE LAN, VGA
- Поддержка протоколов ProfiNET, Ethernet/IP, EtherCAT, Profibus, DeviceNet
- Гарантия до 2-х лет
- Паспорт на русском языке
- Наличие на складе в Москве!*

iROBO-5000-20A1T	Панельный безвентиляторный компьютер с 12.1" TFT XGA LCD/TouchScreen/IP65 передняя панель/Intel Atom E3826 1.46ГГц/2Гб DDR3/500Гб SATA HDD/CFast/2xGb LAN/3xUSB/2xRS-232,422,485/2xMini-PCIe/Audio/ИП 60Вт
iROBO-5000-50A1T	Панельный безвентиляторный компьютер с 15" TFT XGA LCD/TouchScreen/IP65 передняя панель/Intel Atom E3826 1.46ГГц/2Гб DDR3/500Гб SATA HDD/CFast/2xGb LAN/3xUSB/2xRS-232,422,485/2xMini-PCIe/Audio/ИП 60Вт
iROBO-5000-70A1T	Панельный безвентиляторный компьютер с 17" TFT LCD/TouchScreen/IP65 передняя панель/Intel Atom E3826 1.46ГГц/2Гб DDR3/500Гб SATA HDD/CFast/2xGb LAN/3xUSB/2xRS-232,422,485/2xMini-PCIe/Audio/ИП 60Вт
iROBO-5000-90A1T	Панельный безвентиляторный компьютер с 19" TFT LCD/TouchScreen/IP65 передняя панель/Intel Atom E3826 1.46ГГц/2Гб DDR3/500Гб SATA HDD/CFast/2xGb LAN/3xUSB/2xRS-232,422,485/2xMini-PCIe/Audio/ИП 60Вт

* информацию о наличии конкретной модели, уточняйте у менеджера

DeviceNet EtherNet/IP EtherCAT PROFIBUS PROFINET

ipc2U
Industrial PC to you

За более подробной информацией обращайтесь к специалистам IPC2U
г. Москва, Тел.: +7 (495) 232-02-07, Факс: +7 (495) 232-03-27, E-mail: sales@ipc2u.ru
г. Санкт-Петербург, Тел.: +7 (812) 928-56-02, Факс: +7 (812) 600-71-97, E-mail: spb@ipc2u.ru
www.ipc2U.ru, www.irobo.ru

ВЫБОР ФОРМАТА ФАЙЛОВ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В ERP

С.А. СЕРЕДА (ООО “ЭнергоДата”)

В статье рассматривается вопрос выбора оптимального формата представления электронных документов для организации ЮЗЭДО на базе произвольной ERP-системы. Сформулированы критерии отбора файловых форматов для использования в юридически значимом документообороте, проанализированы наиболее распространённые из них, сделаны выводы о наиболее приемлемом на сегодняшний день формате, исходя из заявленных критериев.

Ключевые слова: *юридически значимый электронный документооборот (ЮЗЭДО), ERP, электронная подпись, PDF.*

С момента принятия Федерального закона от 06.04.2011 N 63-ФЗ “Об электронной подписи” наступила относительная стабилизация законодательной базы в этой области, что позволило сформировать минимально необходимый набор подзаконных актов, развить инфраструктуру аккредитованных удостоверяющих центров, наработать практику использования электронной подписи государственными исполнительными и судебными органами. На этом фоне всё более широко распространяется практика перехода коммерческих организаций от традиционного “бумажного” к юридически значимому электронному документообороту (ЮЗЭДО).

В первую очередь, подобные проекты организуют крупные территориально распределённые компании. Уход от обмена бумажными копиями документов, скреплённых подписями и печатями, и его замена работой с электронными документами в единой информационной системе позволяют сократить затраты времени на их согласование, практически исключить расходы на почтовую или курьерскую доставку бумажных документов и, в том числе, сократить риск утечки конфиденциальной информации.

Также, положительным побочным эффектом внедрения системы юридически значимого электронного документооборота является возможность использования уже развёрнутой инфраструктуры открытых ключей для перехода к строгой (беспарольной) аутентификации в корпоративных информационных системах. Это, кроме повышения надёжности защиты периметра, обеспечивает также эффект Single Sign-On для конечных пользователей, которые заходят в разные информационные системы при помощи одного и того же “токена”.

И всё же, при всех явных и скрытых плюсах юридически значимого электронного документооборота, его использование порождает ряд вопросов. Один из них, возникающий достаточно часто, связан не столько с техникой или юриспруденцией, сколько с психологией. При разных формулировках его смысл сводится к необходимости “пощупать” подписанный электронный документ.

Этот вопрос тем более актуален, чем больше степень интеграции ЮЗЭДО в бизнес-процессы компании. Максимальный вес он приобретает, соответственно, при построении юридически значимого электронного документооборота на базе средств комплексной автоматизации деятельности предприятия – ERP-систем.

В транзакционных системах, которыми являются все ERP-системы, в отличие от СЭД, обрабатываются не документы как таковые, а наборы данных, связанные друг с другом лишь логически. В “документ” подобный набор данных превращается лишь на экране, когда пользователь вызывает соответствующий отчёт или программу. Пользователю трудно это принять, несмотря даже на то, что подписание электронной подписью набора данных полностью соответствует ФЗ “Об электронной подписи”.

Для решения этой задачи необходимо каждый бизнес-объект ERP-системы, затрагивае-

Таблица 1. Сравнение форматов файлов для использования в ЮЗЭДО

	DOCX	ODF	XML	PDF	XPS
1. Поддержка формата корпоративным программным обеспечением на основных программно-аппаратных платформах, которые используются самой компанией, её контрагентами, а также госорганами	–[1]	+	+	+	–[2]
2. Поддержка формата распространёнными средствами печати и сканирования	–	–	–	+	+
3. Однозначная визуализация содержимого и наличие доступных средств визуализации файлов данного формата на основных программно-аппаратных платформах	–	–	–	+	+
4. Техническая сложность внесения несанкционированных изменений в документ данного формата	+	+	–	+	+
5. Поддержка форматом файла электронной подписи, в том числе многократной	+	–[3]	+	+	+[4]
6. Поддержка форматом файла включения в него “контейнеров” с графикой и данными различных иных форматов	+	+	+	+	+
7. Возможность непосредственного обмена файлами данного формата с внешними системами и (или) экспорта содержимого файла данного формата во внешние системы	+[5]	+[6]	+	+[7]	+
8. Построение формата файла на базе открытых стандартов	+[8]	+[9]	+[10]	+[11]	+[12]
9. Соответствие формата требованиям к архивному хранению электронных документов, в т.ч. его независимость от версий программного обеспечения, предназначенного для работы с ним	–	–	+	+	+

[1] Только под Windows и MacOS
[2] Только под Windows
[3] Функционал ЭП в LibreOffice только начал разрабатываться, поддержки ГОСТ нет
[4] Только под Windows
[5] Только для жёстко структурированных файлов
[6] Только для жёстко структурированных файлов
[7] Adobe XML Forms Architecture (XFA)
[8] ISO/IEC 29500
[9] ISO/IEC 26300
[10] W3C XML 1.0 Specification
[11] ISO 32000-1
[12] ECMA-388

мый ЮЗЭДО, дополнить отторгаемым документом, в котором транзакционные данные собраны воедино и который является “электронным документом” в обыденном понимании. (Альтернативный вариант, – административными методами заставить пользователей считать набор транзакционных данных единым документом, – является более рискованным с точки зрения проектного менеджмента, а также неприменим к контрольным органам, работники которых точно также предпочитают осязаемые электронные документы набору записей в базе данных).

В этом контексте возникает вопрос выбора основного формата файлов, в котором будут представлены все электронные документы, охватываемые ЮЗЭДО. Среди ключевых требований к такому формату следует, по нашему мнению, выделить следующие:

1. Поддержка формата корпоративным программным обеспечением на основных программно-аппаратных платформах, которые используются самой компанией, её контрагентами, а также госорганами.
2. Поддержка формата распространёнными средствами печати и сканирования.
3. Однозначная визуализация содержимого и наличие доступных средств визуализации файлов данного формата на основных программно-аппаратных платформах.
4. Техническая сложность внесения несанкционированных изменений в документ данного формата (в т.ч. вредоносным ПО).
5. Поддержка форматом файла электронной подписи, в том числе многократной.
6. Поддержка форматом файла включения в него “контейнеров” с графикой и данными различных иных форматов.
7. Возможность непосредственного обмена файлами данного формата с внешними системами и (или) экспорта содержимого файла данного формата во внешние системы.
8. Построение формата файла на базе открытых стандартов.
9. Соответствие формата требованиям к архивному хранению электронных документов, в том числе, его независимость от версий программного обеспечения, предназначенного для работы с ним.

В качестве потенциально пригодных можно рассматривать форматы DOCX, ODF, XML, PDF и XPS, таблица 1.

Как видно из таблицы 1, фаворитами являются форматы PDF и XPS, которые практически равны по заложенным в них возможностям. Правда, формат XPS, как более "молодой" (а также в силу особенностей политики разработавшей его корпорации), менее распространён и слабо освоен на программно-аппаратных платформах, отличных от "Wintel" (т.е. Windows + + Intel).

На третьем месте – "чистый" XML. Являясь de facto стандартным форматом обмена данными между информационными системами, для документооборота он, в принципе, тоже применим, но с рядом оговорок в контексте автоматизации документооборота. Во-первых, XML, строго говоря, является не форматом файлов, а языком представления их содержимого, и конкретные форматы файлов, основанные на XML, могут существенно друг от друга отличаться[13]. Кроме этого, средства визуализации XML (не исходного кода, а форматированного документа) относительно редки, а популярные средства печати и сканирования, насколько нам известно, вообще не поддерживают этот формат. Плюс, изменение содержимого файла XML технически реализовать очень просто (в том числе в коде вируса или троянского коня), так как это обычный текст.

Соответственно, в текущих условиях наиболее подходящим форматом для использования в юридически значимом электронном документообороте, включая архивное хранение электронных документов, является Portable Document Format (PDF).

В тоже время, с указанным форматом до последнего времени была связана немаловажная проблема – отсутствие поддержки электронной подписи в соответствии с ГОСТ Р 31.10-2001/2011[14]. Она достаточно давно была частично решена – на рынке доступен плагин к Abobe Acrobat, реализующий данную функцию. Однако это решение во многом нивелировало преимущества формата PDF, так как оно работает только на платформе "Wintel". То есть для систем, работающих под управлением различных вариаций Linux и UNIX (в частности, IBM AIX и HP UX), а также написанных на Java, это решение, к сожалению, неприменимо. Кроме этого, Abobe Acrobat (и плагин к нему) является иностранным программным обеспечением, которое нельзя использовать в государственных учреждениях и на госпредприятиях. Немаловажен и ценовой фактор: лицензии на использование Adobe Acrobat недешевы. Получается же, что их приобретение необходимо только ради одной побочной функции – электронной подписи PDF, что несколько напоминает приобретение микроскопа для забивания им гвоздей.

К счастью указанная проблема на сегодняшний день получила и другое решение. На рынке теперь доступны отечественные решения, позволяющие просматривать, подписывать и проверять файлы в формате PDF электронной подписью, соответствующей ГОСТ Р 31.10-2001/2011, без использования программного обеспечения, разработанного иностранными компаниями.

Таким образом, в настоящее время и с точки зрения общих требований для использования в электронном документообороте, и с точки зрения требований к квалифицированной электронной подписи оптимальным выбором для построения ЮЗЭДО на базе ERP-систем является формат PDF[15].

---

[13] Собственно говоря, все рассмотренные форматы, кроме PDF, основаны на XML, но друг с другом не совместимы (требуется конвертация).

[14] По нашим данным с ЭП файлов XPS эта проблема окончательно не решена до сих пор.

[15] На основании проведенного анализа ФСБ России извещает, что при использовании для обеспечения юридической значимости документов ранее сертифицированных средств электронной подписи (далее – средства ЭП) в случае представления документов в форматах ODF, XML или PDF дополнительных работ по подтверждению соответствия указанных средств ЭП требованиям пп. 8, 9 "Требований к средствам электронной подписи", утвержденных приказом ФСБ России от 27 декабря 2011 г. № 796, не требуется (*http://www.fsb.ru/fsb/science/single.htm%21_print%3Dtrue%26id%3D10437494%40fsbResearchart.html*).

Середа Сергей Александрович *– канд. эконом. наук, руководитель проектов SAP ООО "ЭнергоДата".*

Системы печати Phoenix Contact

Системный подход к решению вопроса печати маркировки:

- печатающие устройства для любого применения;
- самые распространённые системы нанесения информации;
- большой спектр применяемых типов маркировки;
- возможность выбора материала маркировки;
- контроль состояния печатающего устройства;
- простота в создании и удобство при печати проектов;
- выбор успешных компаний.

Подробная информация на сайте www.phoenixcontact.ru

PHOENIX CONTACT
INSPIRING INNOVATIONS

RESYGATE – КОНВЕРТЕР ПРОТОКОЛОВ

Д.Э. ТОЙВОНЕН (Компания Феникс Контакт РУС)

PHOENIX CONTACT
INSPIRING INNOVATIONS

На сегодняшний день процесс сбора данных с объетов идет по пути централизации, но многие системы имеют различные протоколы, порой не совместимые с протоколами верхнего уровня. Для решения поставленной задачи необходимо использовать конвертер протоколов Resygate компании Phoenix Contact.

Ключевые слова: *Resygate, конвертер протоколов, МЭК 60870-5-101, МЭК 60870-5-104, Modbus RTU, Modbus TCP.*

Различные технологические системы могут включать в себя целый ряд подсистем состоящих из различных протоколов. Каждая такая система обладает своими обширными данными и диагностической информацией, которую необходимо централизованно и в едином стандарте передавать на верхний уровень. Новые конвертеры протоколов семейства Resygate позволяют делать имплементацию протоколов последовательного интерфейса или TCP/IP в стандарт связи, предпочитаемой системой управления.

В прошлом обслуживающий персонал в ручном режиме собирал все необходимые для работы данные. На сегодняшний день современная система управления выступает в качестве узла, где система сводится воедино и оценивается (диагностируется). Но есть целый ряд протоколов передач данных, которые были расширены и частично модернизированы в течение десятилетий. Это означает, что стандарт связи, который поступает с помощью новых системы управления, часто вообще не поддерживается. Протокол конвертер Resygate от Phoenix Contact обеспечивает надежное решение для простой и экономичной интеграции всех компонентов автоматизации. Resygate преобразует последовательные и/или TCP/IP-протоколы на базе телеуправление в стандартизированные МЭК 60870-5-104 и сбалансированный 60870-5-101 (рис. 1).

Рис. 1. Конвертер протоколов Resygate

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАННЫХ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРФЕЙСА И TCP/IP

Когда необходимо модернизировать систему управления, часто бывает, что большое количество станций телеуправления имеют различные интерфейсы протоколов и не могут быть интегрированы непосредственно в новый процесс. Поскольку необходимо произвести значительные денежные вливания для приведения системы к единому стандарту, компании решают проводить обновление системы шаг за шагом, сохраняя текущее телеуправление.

В таком случае очень удобно использовать Resygate, который преобразует последовательный интерфейсы и TCP/IP-протоколы в единый стандарт, используемый системой. Кроме того, часто бывает, что пользователь хочет интегрировать множество устройств Ethernet, но диапазон IP-адресов является недостаточным.

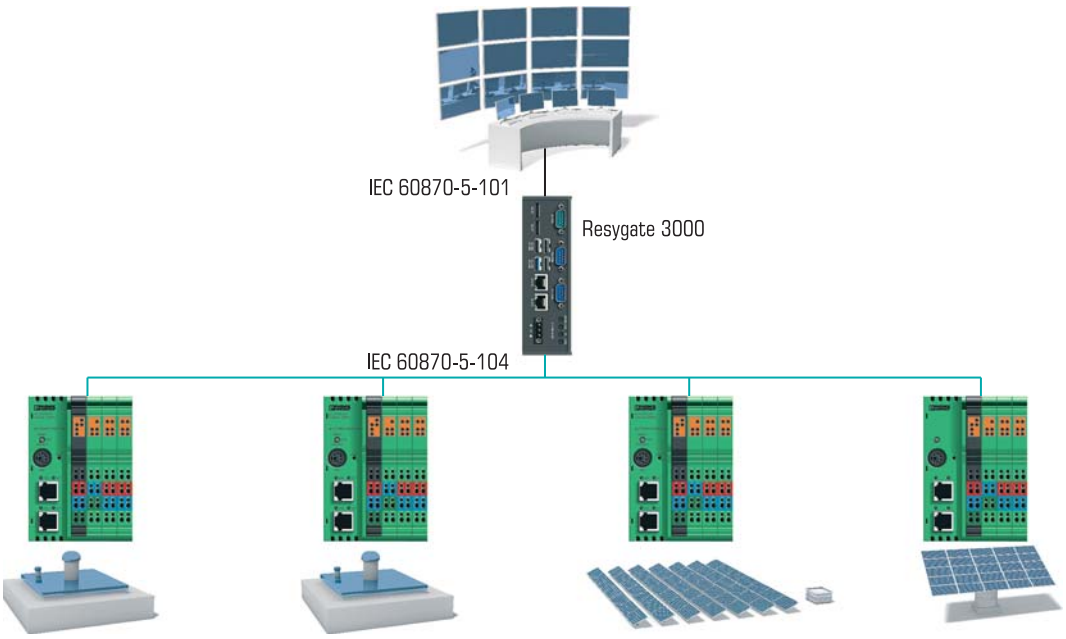


Рис. 2. Вариант использования Resygate

В подобных случаях, Resygate позволяет производить расширение сети IP, а также создание отдельных подсетей.

Преобразователь протоколов Resygate разработан в формате промышленного ПК, который может быть установлен непосредственно на DIN рейку. Для интеграции последовательных интерфейсов, Resygate имеет три интерфейса RS-232, каждый из которых может работать с отдельной сетью. Преобразователь Resygate поставляется по умолчанию с двумя отдельными Ethernet портами, с целью информационной безопасности, а именно разделения между уровнями поля и контроля. Ненужные соединения могут быть деактивированы.

ОДНОВРЕМЕННАЯ ОБРАБОТКА ДО 4000 ПЕРЕМЕННЫХ ПРОЦЕССА

Семейство продуктов Resygate в настоящее время включает в себя два класса устройств, дифференцированные по мощности процесса и количества доступных переменных процесса (PV). Преобразователь протокола Resygate 1000 поставляется с 500 переменных процесса, в то время как Resygate 3000 имеет более мощный процессор, способный обрабатывать в восемь раз больше, чем с 4000 переменных процесса.

Оба преобразователя поддерживают по умолчанию протоколы МЭК 60870-5-101 симметричный и несимметричный режим, МЭК 60870-5-104, а также Modbus RTU/TCP. Протоколы МЭК 60870-5-104 или 60870-5-101 используются для интеграции с системой более высокого уровня (рис. 2).

Если необходимо синхронизировать время в станциях телеуправления, есть возможность выбрать один из двух вариантов представленных в Resygate. Преобразователь протокола содержит клиент NTP (Network Time Protocol), поэтому станции могут быть синхронизированы либо циклически или в определенное время. Второй вариант позволяет синхронизовать время непосредственно из системы более высокого уровня. Обе версии синхронизации могут быть параметризованы для каждой линии по отдельности.

ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ И СЕТЕВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ УСТРОЙСТВ

Интуитивно понятный пользовательский интерфейс конвертеров позволяет минимизировать время для разворачивания системы с нуля. Будь то параметризация сетевых интерфейсов, либо полное обновление встроенного программного обеспечения, все функции могут быть реализованы в считанные секунды с одного рабочего места. Таким образом не нужно делать децентрализованную параметризацию распределенных станций. Отдельные линии настраиваются либо вручную, либо через стандартный импорт *.csv файла. Кроме

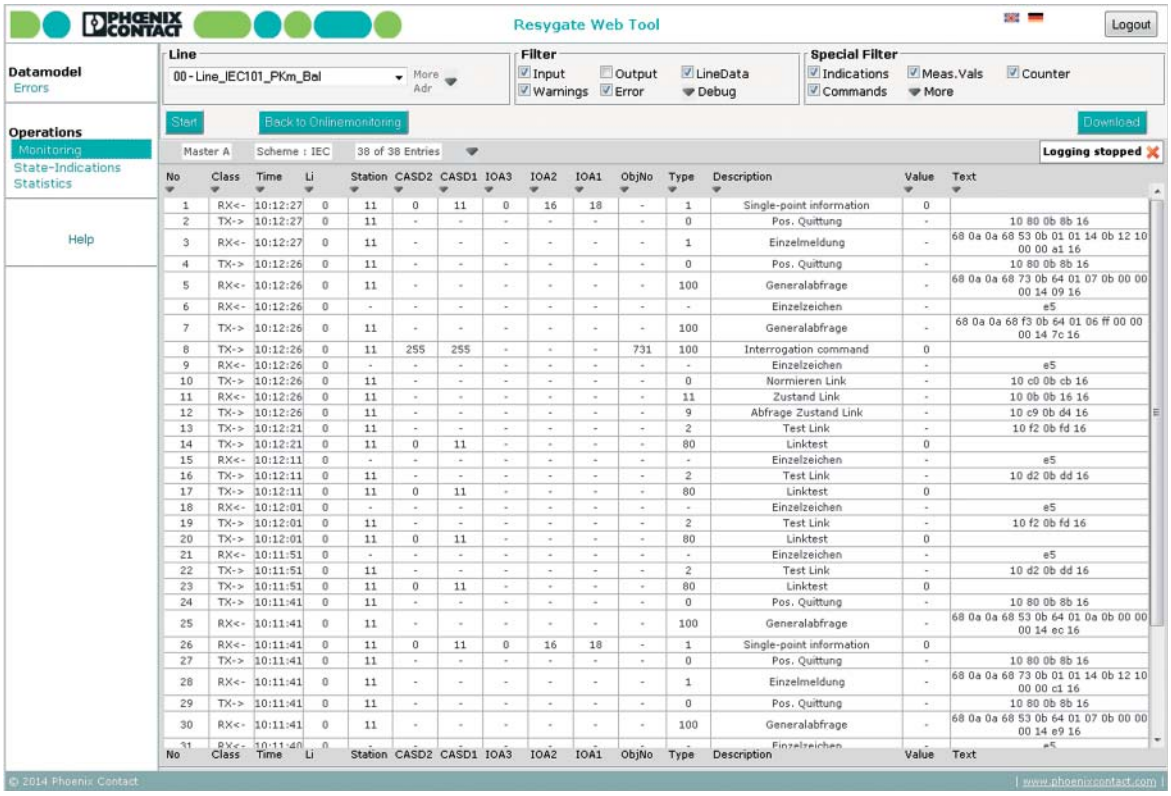


Рис. 3. Веб-интерфейс конвертера протоколов

того, данные могут быть экспортированы и доступны в системах верхнего уровня, используя формат *.csv.

Преобразователи протоколов семейства Resygate могут генерировать отчеты в формате PDF. Помимо сетевых настроек и информации об устройстве, можно получить список всех строк телеуправления с адресами и типом. С помощью интуитивного интерфейса, пользователь может указать уровень детализации соответствующего отчета.

КОНЦЕПЦИЯ ТРЕХСТУПЕНЧАТОЙ ДИАГНОСТИКИ

Управляемая параметризация с последующей проверкой достоверности помогает уменьшить количество совершаемых ошибок. Тем не менее, неправильная конфигурация, разрыв кабеля, и/или ошибки в сети не могут быть исключены и это может привести к блокировке данных. Чтобы избежать таких проблем, Resygate предлагает концепцию трехступенчатой диагностики. С помощью светодиодного дисплея, встроенного в устройство, пользователь получает обратную связь о состоянии программного обеспечения, доступность сети и наличие необходимого 24 В постоянного напряжения на первом этапе.

Шаг номер два диагностической концепции включает в себя веб-сервер, интегрированный в конвертер Resygate, который позволяет производить диагностику всей сети (рис. 3).

Веб-содержимое может отображаться на любом стандартном браузере, что означает, что нет никакой необходимости в дополнительном программном обеспечении. Пользователь может просматривать и анализировать все строки, в индивидуальном порядке благодаря обширным диагностическим возможностям устройства. Проверка соответствующих сообщений данных могут быть уточнены в несколько этапов, пока вся последовательность байтов не станет видимой. В данном случае не имеет значения, будут ли они передаваться через последовательный порт или Ethernet.

Третий уровень диагностики Resygate может быть использован для чтения логов из файлов журналов. Этот уровень диагностики также предоставляет информацию о прошивке, аппаратной части и программном обеспечении, которое используется в настоящее время.

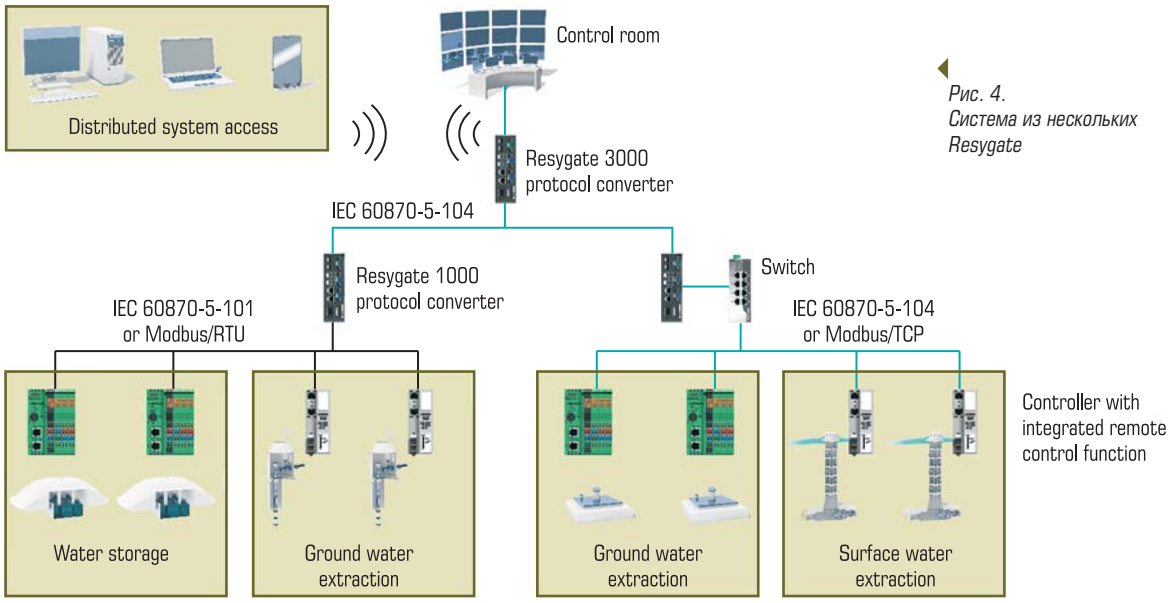


Рис. 4.
Система из нескольких Resygate

ВЫВОД

С помощью оборудования семейства Resygate можно легко и экономически эффективно настроить комплексные решения, от подстанции до визуализации в центре управления путем объединения преобразователей протоколов Resygate 1000 и 3000 (рис. 4). Полевые устройства могут быть интегрированы с сетью, как беспроводной или через последовательный порт или интерфейсы на базе Ethernet.

Тойвонен Денис Эйнович *– менеджер по продукции ION.* ***Компания Феникс Контакт РУС.***
E-mail: info@phoenixcontact.ru http://www.phoenixcontact.ru

НОВОСТИ

АСТРОСОФТ РАЗРАБОТАЛ СИСТЕМУ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ИСПОЛНЕНИЕМ ДОКУМЕНТОВ

Компания АстроСофт разработала систему исполнительской дисциплины, предназначенную для контроля своевременной обработки документов пользователями программ “1С:Предприятие 8”.

Система слежения за исполнением документов (СИД) незаменима в деятельности любой компании, любого департамента. В первую очередь, это отделы продаж и закупок, которым важно отслеживать дебиторскую и кредиторскую задолженности и своевременно готовить закрывающие документы. Также система упрощает работу сотрудникам финансовой службы, которым необходимо отслеживать своевременность возврата закрывающих документов и планировать денежные потоки. Работникам склада СИД поможет контролировать сроки годности продукции, а HR-департаменту – окончание действия срочных трудовых договоров.

СИД также упрощает жизнь руководителям. Это удобный инструмент для контроля работы подчиненных: система сама выявляет ситуации, которые требуют вмешательства руководства, и оповещает о них.

Программа слежения за исполнением документов представляет собой “плагин” для информационной системы 1С, работающей на предприятии. СИД позволяет создавать сценарии по контролю объектов системы (документов, справочников) и в фоновом режиме производит проверку объектов на соответствие условиям, заданным в сценарии. В случае нарушения сценария программа автоматически отправляет уведомления пользователям, как внутри системы, так и по электронной почте.

СИД подключается к любой информационной базе “1С:Предприятие” с версией платформы не ниже 8.2, при этом не требует больших трудозатрат и высокой квалификации специалистов по внедрению. Кроме того, система проста и в использовании. Любой специалист, работающий в программах 1С, сможет проводить первичные настройки, самостоятельно создавать новые сценарии, управлять всплывающими напоминаниями.

Лицензию СИД можно использовать на неограниченном количестве рабочих мест. Срок ее действия – 1 год. При этом в комплект поставки уже включены 3 базовых сценария выдачи уведомлений.

АстроСофт предлагает протестировать функционал системы в тестовой информационной базе на сайте компании: https://sid.astrosoft.ru:4433/SID

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

Снижение? Только затрат.

Благодаря компонентам с регулируемой производительностью холодильный агрегат изменяет свою мощность охлаждения, подстраиваясь под текущую фактическую нагрузку. Сниженное энергопотребление уменьшает эксплуатационные расходы и срок окупаемости.

Впечатляющие характеристики.

Холодильные агрегаты Blue e+ обеспечивают мощность охлаждения до 6000 Вт (ранее макс. 4000 Вт) и могут эксплуатироваться при температурах от -20 °C до +60 °C.

Применение по всему миру.

Благодаря инверторной технологии холодильные агрегаты Blue e+ могут работать с несколькими типами напряжений, что позволяет применять их по всему миру. Blue e+ могут применяться в США без дополнительной сертификации.

Blue e+.
Потрясающая эффективность.

Несравненное удобство эксплуатации.

ЖК-дисплей отображает всю необходимую информацию. Сообщения об ошибках или неисправностях отображаются в виде текста. Коммуникационные интерфейсы обеспечивают интеграцию в систему управления производственными процессами. Благодаря наличию интерфейса NFC агрегаты могут быть настроены с помощью мобильных устройств.

Энергия под контролем.

Тепловые трубки обеспечивают пассивное охлаждение без использования электроэнергии. Вентилятор и компрессор используются только в тех случаях, когда мощности пассивного охлаждения недостаточно. Кроме того, мощность охлаждения агрегата изменяется в соответствии с фактической потребностью.

Преимущества:

До 75 %

Более низкое энергопотребление холодильных агрегатов Blue e+ по сравнению с агрегатами предыдущего поколения Blue e.

Всего 3 кВт·ч

Количество электроэнергии, потребленное холодильным агрегатом Blue+ в 24-часовом тесте на заводе Volkswagen в Брауншвейге. Для сравнения, холодильный агрегат Blue e потребил 12 кВт·ч за тот же период.

3 млн. тонн

Число, на которое можно было бы сократить количество ежегодных выбросов углекислого газа в Европе, если заменить все используемые в настоящее время холодильные агрегаты на агрегаты нового поколения Blue e+.

6000 Вт

Мощность охлаждения самой производительной модели в серии Blue e+ (ранее 4000 Вт)

Вы можете рассчитать это

Калькулятор энергоэффективности Blue e+ можно найти на сайте www.rittal.ru/bluee или с помощью этого QR-кода.

О ПРОИСХОЖДЕНИИ И ИЗМЕРЕНИИ ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

О.В. БОЛЬШАКОВ (ПАО “ФСК ЕЭС”, г. Москва),
О.А. ВАСИЛЬЕВА (ЗАО “Алгоритм”, г. Санкт–Петербург)

Рассмотрен вариант количественного учета искажений качества электроэнергии на основе понятия энергии искажений, которая может являться базовой величиной для организации бизнеспроцесса, мотивирующего улучшение качества электроэнергии в процессе генерации, транспорта, распределения и потребления. Приведены результаты измерений параметров и показателей качества электрической энергии у потребителей с нелинейной нагрузкой.

Ключевые слова: *качество электроэнергии, гармонические искажения, энергия искажений.*

Наиболее часто встречающиеся систематические нарушения качества электроэнергии – это отклонения напряжения, несимметрия фазных (линейных) напряжений и гармоники основной частоты. Эти нарушения качества электроэнергии могут приводить к заметному изменению режима работы силового оборудования и требуют специального рассмотрения. Изучение влияния различных параметров качества электроэнергии на технологические процессы может приводить к противоречивым выводам [1]. Например, зависимость вредного влияния от номера гармоники может быть спадающая (амплитуда вибрации роторов) или нарастающая (нагрев сердечников токами Фуко). Поэтому количественное измерение компенсации за некачественную электроэнергию, в общем случае, является трудной задачей.

Для упрощения рассмотрения предлагается использовать одну интегральную характеристику, с помощью которой можно выразить количественные отклонения стационарных параметров качества электроэнергии. Этой характеристикой может быть энергия искажений. Она включает в себя энергию гармоник выше первой, а также энергию нулевой и обратной последовательностей для основной частоты (возможно реактивную энергию). Эти составляющие электроэнергии не имеют сейчас средств регулирования и компенсации в сети. Отклонения установившегося напряжения не попадают в энергию искажений, поскольку должны регулироваться балансом мощности, переключением схемы сети и условиями в договорах на электроснабжение.

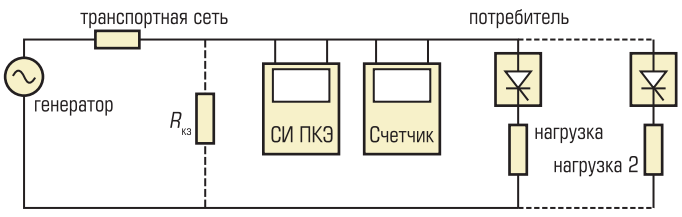


Рис. 1. Эквивалентная схема подключения искажающей нагрузки к распределительной сети. На границе между сетью и потребителем установлены счетчик электроэнергии и средство измерения показателей качества электроэнергии

Дальнейшее рассмотрение гармонических искажений базируется на законе сохранения энергии и ортогональности базисных векторов гармонического ряда.

Рассмотрим потребителя с линейным нагревательным элементом и тиристорным регулятором мощности, присоединенного к сети в точке общего присоединения, с эквивалентным сопротивлением короткого замыкания шины $R_{кз}$, через счетчик электроэнергии [2] и средство измерения показателей качества электроэнергии. Предполагаем в дальнейшем рассмотрении, что внутреннее сопротивление генератора равно нулю. Упрощенная схема показана на рис. 1.

Дальнейший анализ можно выполнять рассмотрением токов либо мощностей всех гармоник в узлах. Полный ток равен сумме тока основной гармоники и всех остальных гармоник с учетом углов и сумма всех токов узла равна нулю, например [3]. В некоторых зару-

бежных стандартах [4] ограничиваются значения токов искажений. Токи обладают аддитивностью по определению, и векторная сумма токов в узле равна нулю по закону Кирхгофа. Мощности же обладают аддитивностью вследствие ортогональности гармонических составляющих (полная мощность равна сумме мощностей всех гармоник), и сумма мощностей в узле равна нулю из закона сохранения энергии. Поэтому математические рассмотрения на основе мощностей и токов схожи.

Вариант, основанный на рассмотрении токов, хорошо описывает долевые вклады разных потребителей. Однако ввести обобщающую интегральную характеристику искажений для построения бизнес процесса на основе рассмотрения векторов токов затруднительно. Предлагается использовать интеграл по времени от мощности искажений – энергию искажений. Величина энергии является привычной и давно используется при экономических расчетах за электроэнергию.

Согласно закону сохранения энергии, сумма мощности, потребленной потребителем и оставшейся в сети (искаженной), равна полной мощности, поступившей в сеть:

$$W_{\text{ген}} = W_{\text{потребитель}} + W_{\text{сеть}}, \quad (1)$$

где $W_{\text{ген}}$ – полная энергия, выработанная генератором,
$W_{\text{потребитель}}$ – энергия, включая гармоническую, поглощенная потребителем,
$W_{\text{сеть}}$ – энергия, поглощенная сетью.

Каждый член уравнения (1) является суммарной энергией с учетом всех гармоник. Полная энергия, поступающая в сеть и потребителю – это энергия основной частоты 50 Гц, поскольку именно она вырабатывается генератором. Тогда уравнение (1) распадается на систему уравнений для каждой гармоники. Причем $W_{\text{ген}}$ для всех гармоник кроме первой будет равна нулю (генератор не вырабатывает напряжение гармоник и его внутреннее сопротивление для тока гармоник пренебрежимо мало). Нелинейный потребитель при подаче напряжения 50 Гц “вырабатывает” (генерирует) напряжения гармоник U_i разной амплитуды в соответствии с характером нелинейности. Для расчетов распространения гармонических искажений и режима работы сети можно рассматривать сеть в виде многослойной модели, где каждый слой описывает распространение одной гармонической составляющей (рис. 2).

Эти гармонические напряжения вызывают ток в контуре потребитель-сеть и приводят к перетоку энергии гармоник от потребителя в сеть. Тогда уравнение (1) примет вид (2)

$$W_{\text{ген (50)}} = [\sum_{i=2}^{50} W_{\text{искажений }(i)}] + \\ + [W_{\text{ген (50)}} + \sum_{i=2}^{50} - W_{\text{потребленная }(i)}], \quad (2)$$

где $\sum_{i=2}^{50} - W_{\text{потребленная }(i)}]$ – энергия, переходящая из основной частоты в энергию всех гармоник на нелинейности потребителя. При этом в сети появится ровно столько энергии каждой гармоники, сколько ее “инициирует” нелинейный потребитель (больше источников энергии гармоник в схеме нет). Поэтому энергия $W_{\text{потребленная}}$ и энергия $W_{\text{искажений}}$ должны быть равны друг другу по модулю и противоположны по знаку для всех $i \neq 1$.

$$W_{\text{потребленная }(i)} = - W_{\text{искажений }(i)}. \quad (3)$$

Прибор контроля качества электроэнергии с возможностью раздельного измерения энергии гармоник [5], подключенный согласно рис. 1, покажет потребленную электроэнергию основной частоты, распространяющуюся к искажающему потребителю, и энергию гармоник (искажений), распространяющуюся от потребителя в сеть и наоборот. Таким образом, происходит параметрическое **генерирование гармоник потребителем** в сети.

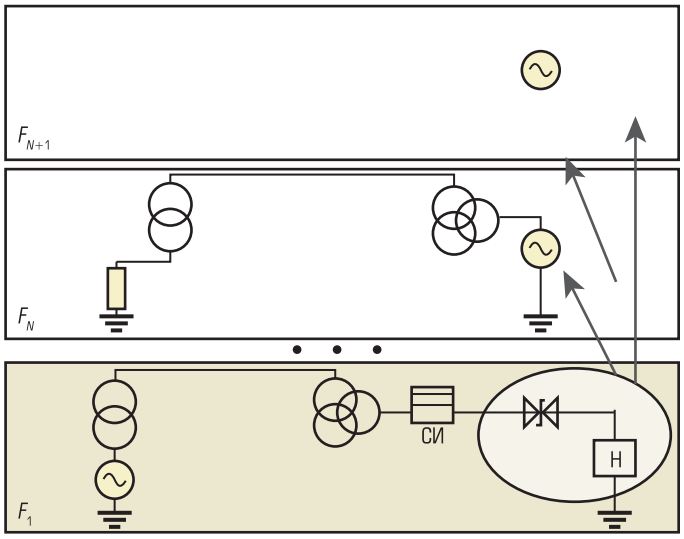


Рис. 2. Многослойная модель сети. На нижнем слое показана эквивалентная схема фрагмента сети с нелинейным потребителем (выделен овалом). На среднем уровне эквивалентная схема для гармоники N, где нелинейный потребитель выступает как генератор. На верхнем слое показана аналогичная схема для гармоники N+1 и т.д.

Рис. 3. Счетчики – измерители показателей качества электрической энергии BINOM3 (http://www.binom3.ru/)

Искажающий потребитель, конечно, не является классическим генератором гармоник, поскольку не является источником энергии. В действительности нелинейный или импульсный потребитель создает токи с частотой гармоник только при подаче напряжения основной частоты. Эти токи на сопротивлении короткого замыкания шины подстанции создают напряжения гармоник на шине и соответственно переток энергии гармоник. Причем направление распространения энергии гармоник должно быть преимущественно к шинам, так как ни генераторы, ни сети (в идеальном случае) гармонические составляющие не генерируют. Математически эквивалентно считать, что – либо потребитель гармониками тока потребления исказил часть энергии в сети, либо потребил энергию для себя и для преобразования, а затем преобразованную энергию на частотах гармоник "генерировал" в сеть.

В действительности, если на шине присутствуют несколько искажающих потребителей, то для каждой частоты могут возникать эффекты перетоков, компенсации и передавливания, аналогичные тем, что известны для частоты 50 Гц. Искажающий потребитель может получать энергию на частотах гармоник от более мощного искажающего потребителя через точку общего присоединения и предъявлять за это претензии.

Учитывая характерный состав гармонических токов, потребляемых нелинейными нагрузками, по измерениям показателей качества электрической энергии в точке присоединения потребителя иногда можно определить тип электроприемника потребителя.

В качестве примера в статье приведены результаты измерений параметров электрической энергии в точке присоединения потребителя с компьютерной и люминесцентной осветительной нагрузкой и в сети с частотно-регулируемыми приводами. В числе рассматриваемых параметров – гармонические составляющие тока и напряжения, мощность гармоник на разных частотах, энергия основной частоты, энергия прямой последовательности, энергия с учетом несинусоидальности и несимметрии тока и напряжения, показатели качества электрической энергии.

Измерения получены со счетчиков BINOM3 (рис. 3), установленных у потребителей. Прибор является сертифицированным счетчиком электрической энергии по требованиям ГОСТ 31819.22, ГОСТ 31819.23 и средством измерений показателей качества электрической энергии по ГОСТ 32144, ГОСТ 30804.4.30 (для класса А), ГОСТ 30804.4.7 (для класса точности I), ГОСТ 33073, ГОСТ Р 8.655, ГОСТ 1317.4.15, регистрирует аварийные события и осциллограммы тока и напряжения (подключение к измерительным обмоткам трансформаторов). Полученные измерения развивают подход к рассмотрению влияния характеристик электроэнергии на учет количества электроэнергии, опубликованный в [6].

ПОТРЕБИТЕЛЬ С КОМПЬЮТЕРНОЙ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНОЙ ОСВЕТИТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКОЙ

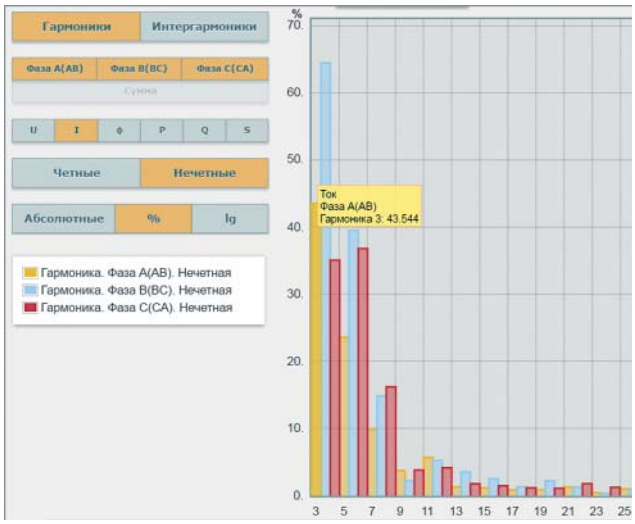
На одном из питающих вводов 0,4 кВ ЗАО "Алгоритм" (г. Санкт-Петербург) установлен счетчик BINOM337U3.220I3.5S16T2 (220 В, 5 А). В составе электроприемников ввода преобладают компьютерное и лабораторно-испытательное оборудование (мониторы, системные блоки, серверы, ноутбуки, источники бесперебойного питания, калибраторы переменного тока, имитаторы нагрузки и др.), люминесцентные лампы.

Форма напряжения и потребляемого тока в точке измерений (рис. 4) отличается от синусоидальной и является близкой к симметричной относительно оси абсцисс, что может свидетельствовать о наличии нечетных и незначительности четных гармоник в напряжении и токе.

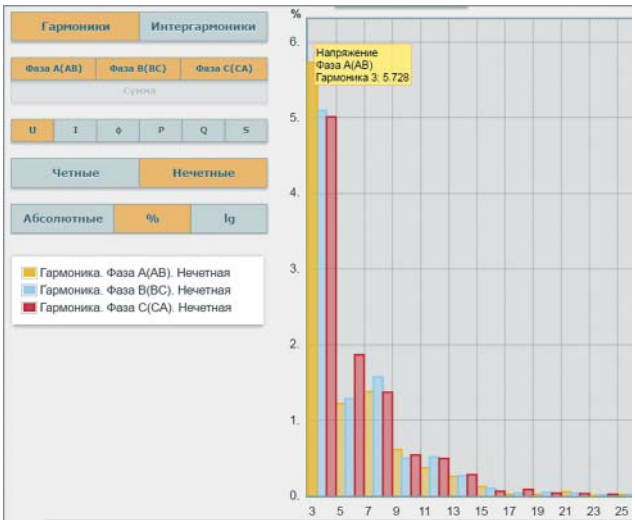
В спектре тока (рис. 5*а*) выражены нечетные гармоники 3, 5, 7, 9, 11, 13 и 15-го порядков, что характерно для перечисленной нагрузки. В спектре напряжения (рис. 5*б*) преобладают гармоники таких же порядков, как в спектре тока.

В спектре мощности гармоник (рис. 5*в*) мощность тока и напряжения основной частоты в каждой фазе положительна (направлена от

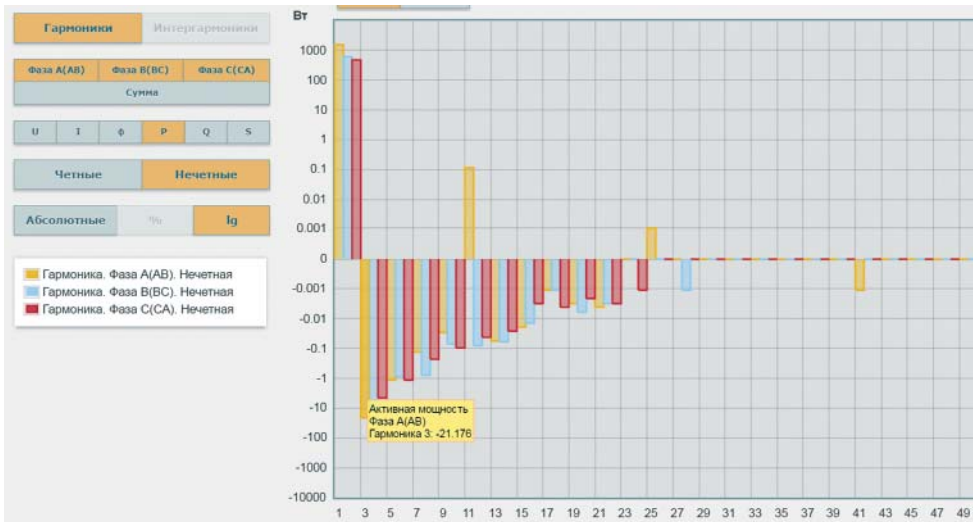
Рис. 4.
Ввод 0,4 кВ.
Осциллограмма фазных токов и напряжений (период измерений мгновенных значений – 31,25 мкс)



а) Спектр гармоник тока $I_{(n)} / I_1$, % (линейная шкала)



б) Спектр гармоник напряжения $U_{(n)} / U_1$, % (линейная шкала)



в) Спектр мощности гармоник $P_{(n)}$, Вт (логарифмическая шкала)

Рис. 5. Ввод 0,4 кВ. Спектры нечетных гармоник тока, напряжения, мощности гармоник (среднеквадратические значения на интервале 10 периодов частоты, 3 фазы: фаза А – желтый, фаза В – голубой, фаза С - красный)

Таблица 1. Среднеквадратические значения тока, напряжения, мощности гармоник в фазе А для спектров рисунка 4

Номер гармоники	$U_{(n)A}$		$I_{(n)A}$		$P_{(n)A}$
	В	%	А	%	Вт
1	**217,653**	**100,000**	**7,32958**	**100,000**	**1555,714**
3	**12,471**	**5,728**	**3,23452**	**43,544**	**–21,176**
5	2,689	1,218	1,75371	23,601	–1,140
7	2,934	1,377	0,69482	9,763	–0,130
9	1,269	0,611	0,29987	3,886	–0,029
11	0,730	0,367	0,40788	5,596	0,117
13	0,531	0,254	0,10470	1,338	–0,055
15	0,282	0,120	0,08776	1,205	–0,019

сети к потребителю), а мощность высших гармоник – на большинстве частот отрицательна (направлена от потребителя в сеть). Выборка для преобладающих гармоник в спектрах тока, напряжения, мощности в фазе А приведена в таблице 1. Наибольшее значение имеют параметры 3-ей гармоники.

Согласно определению для активной мощности при периодических несинусоидальных токах и напряжениях как сумме активных мощностей всех гармонических составляющих тока и напряжения с учетом знака (в целях упрощения интергармонические составляющие не рассматриваются), имеем:

$$P_\Sigma = \sum_{n=1}^{n=\infty} P_{(n)} = P_1 + P_2 + ... + P_{(n)} + ... =$$
$$= U_1 I_1 \cos\varphi_1 + U_2 I_2 \cos\varphi_2 + ... +$$
$$+ U_{(n)} I_{(n)} \cos\varphi_{(n)} + ... \qquad (4)$$

где $U_{(n)}$ – среднеквадратическое значение гармоники напряжения частотой n,
$I_{(n)}$ – среднеквадратическое значение гармоники тока частотой n,
$\cos\varphi_{(n)}$ – угол фазового сдвига между током и напряжением частотой n,
$P_{(n)}$ – активная мощность гармоник тока и напряжения частотой n.

В данном случае результирующая активная мощность в фазе A с учетом всех частот (до 50-го порядка в BINOM3) P_Σ составила 1 533,273 Вт, что меньше значения активной мощности основной частоты P_1, равной 1 555,714 Вт (таблица 1). Таким образом, в точке присоедения потребителя мощность содержит отрицательные гармоники, направленные от потребителя в сеть. Эта отрицательная мощность гармоник уменьшает значение положительной мощности основной частоты (возможно, и других частот), поступающей из сети к потребителю.

То же самое имеет место в отношении энергии. Активная энергия трехфазного ввода является интегральной величиной по времени активной мощности в фазах. На графиках суточного и месячного потребления (рис. 6 и 7 соответственно) сопоставлено количество

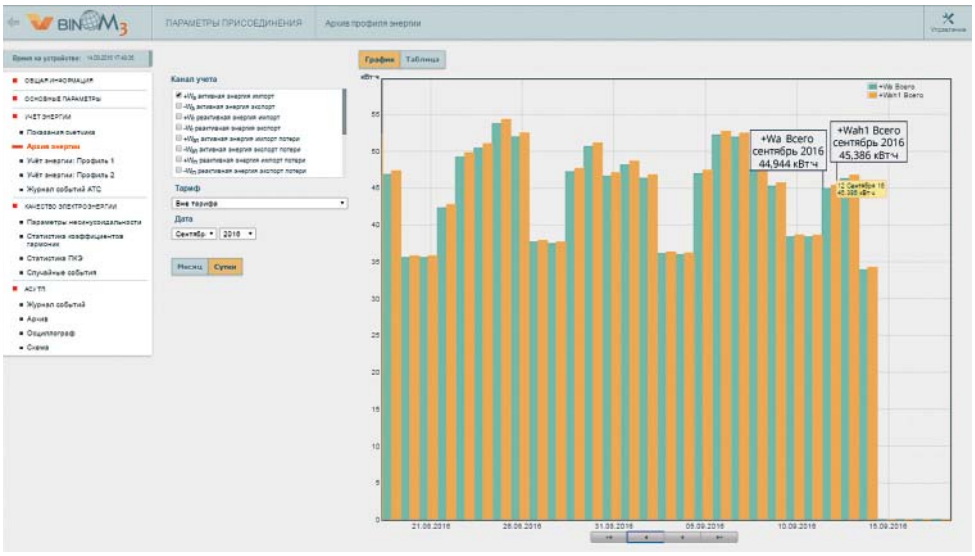


Рис. 6. Ввод 0,4 кВ. Потребление активной энергии посуточно (каналы учета: активная энергия основной частоты, активная энергия с учетом гармоник и несимметрии)

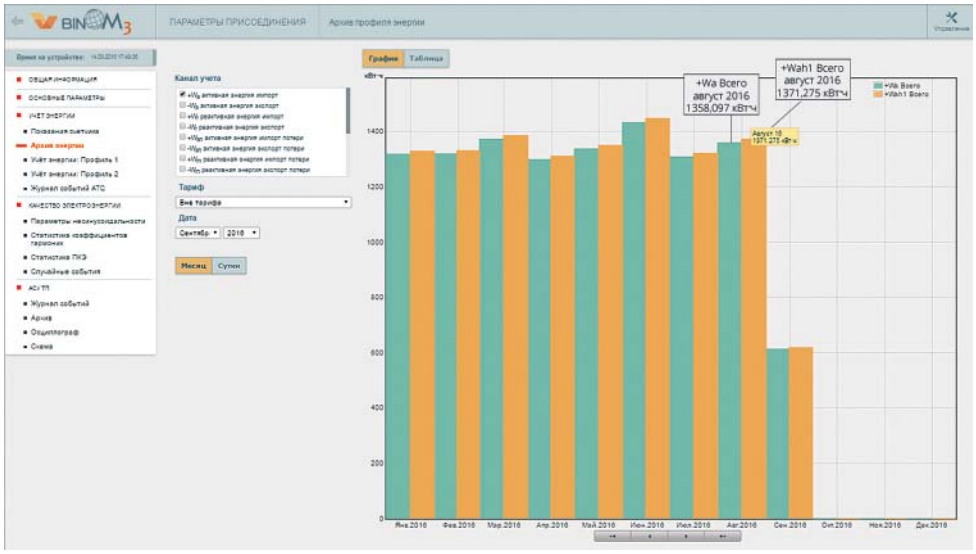


Рис. 7.
Ввод 0,4 кВ.
Потребление активной энергии по месяцам (каналы учета: активная энергия основной частоты, активная энергия с учетом гармоник и несимметрии)

энергии с учетом гармоник и несимметрии- "+Wa Всего" и количество энергии основной частоты – "+Wah1 Всего".

Для каждого временного интервала (сутки, месяц) значение энергии с учетом гармоник и несимметрии меньше значения энергии основной частоты. Например, 12 сентября 2016 г. энергия основной частоты составила 45,386 кВт·ч, энергия с учетом гармоник и несимметрии – 44,944 кВт·ч, разность значений – 0,442 кВт·ч. В августе 2016 г. энергия основной частоты составила 1 371,275 кВт·ч, энергия с учетом гармоник и несимметрии – 1 358,097 кВт·ч, разность значений – 13,178 кВт·ч.

Разность значений энергии основной частоты и энергии с учетом гармоник и несимметрии представляет энергию гармонических искажений Wискажений, обусловленную отрицательной мощностью гармоник, направленной от потребителя с нелинейной нагрузкой в питающую сеть, что практически подтверждает приводимые выше теоретические положения.

Аналогичные рассуждения могут быть проведены и относительно симметричных составляющих тока и напряжения. При несимметричной и нелинейной нагрузке энергия искажений может содержать две составляющие: обусловленную несинусоидальностью и обусловленную несимметрией. В таблице 2 приведены данные потребления электроэнергии, измеренной счетчиком по трем каналам учета по месяцам с начала года.

В каждом месяце значение активной энергии с учетом гармоник и несимметрии "+Wa" меньше значения активной энергии основной частоты "+Wah1", которое, в свою очередь, меньше значения активной энергии основной частоты прямой последовательности "+Wad".

Таблица 2. Параметры активной энергии, измеренной на вводе 0,4 кВ

Время	+Wa, кВт·ч канал учета 1	+Wah1, кВт·ч канал учета 2	+Wad, кВт·ч канал учета 3	(+Wad – +Wa), кВт·ч	(+Wad – +Wa)/ +Wad, %
Январь 2016	1316,904	1328,351	1331,860	14,956	1,12 %
Февраль 2016	1318,242	1329,943	1334,375	16,133	1,21 %
Март 2016	1371,341	1384,504	1389,288	17,947	1,29 %
Апрель 2016	1297,703	1310,168	1317,308	19,605	1,49 %
Май 2016	1336,379	1349,405	1354,277	17,898	1,32 %
Июнь 2016	1431,716	1446,793	1449,881	18,165	1,25 %
Июль 2016	1307,645	1320,591	1324,308	16,663	1,26 %
Август 2016	1358,097	1371,275	1374,852	16,755	1,22 %
Итого 2016	**10 738,027**	**10 841,031**	**10 876,149**	**138,122**	**1,27 %**

+Wa – активная энергия с учетом гармоник и несимметрии,
+Wah1 – активная энергия основной частоты,
+Wad – активная энергия прямой последовательности основной частоты.

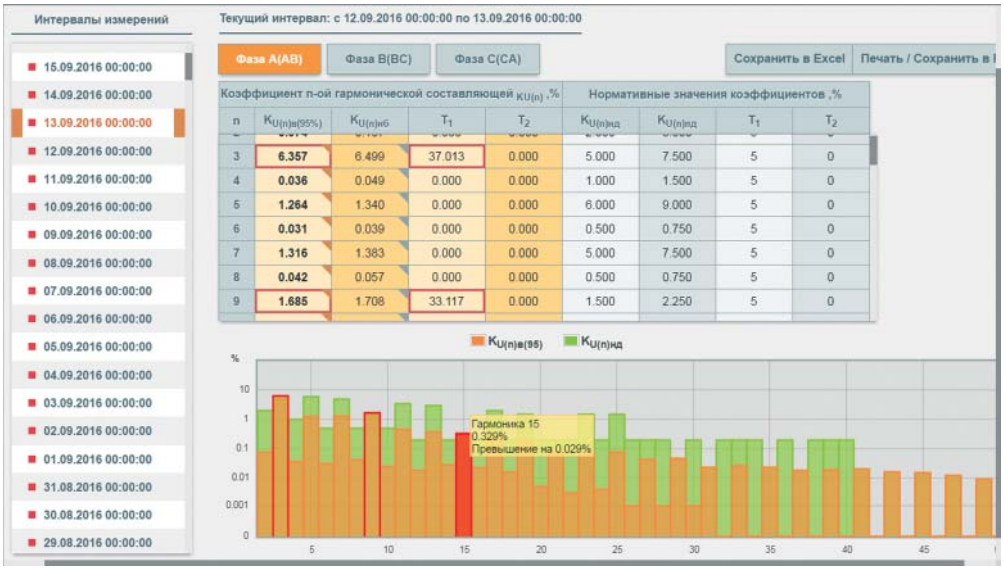


Рис. 8. Ввод 0,4 кВ. Статистика коэффициентов гармоник (коэффициенты гармоник напряжения, усредненные на интервале времени 10 минут)

Разность значений потребленной энергии прямой последовательности основной частоты "+Wad" и энергии с учетом высших гармоник и несимметрии "+Wa", измеренной с января по август 2016 г., составила 138,122 кВт·ч (1,27 % энергии основной частоты).

Как отмечалось, токи высших гармоник, протекая по сети, вызывают падение напряжения на элементах сети, форма которого повторяет форму тока, и приводят к искажению показателей качества электрической энергии (ПКЭ) по напряжению.

Счетчик установлен стационарно и ведет постоянный контроль показателей качества электрической энергии. Длительность периода наблюдений для оценки соответствия ПКЭ нормативным значениям в примере составляет 1 сутки. Результаты статистической обработки ПКЭ показывают, что во всех периодах наблюдений превышены нормально допускаемые [7] значения коэффициентов гармоник напряжения 3-го, 9-го, 15-го порядков (рис. 8).

Из рисунка видно, что 12 сентября 2016 г. верхнее значение для 3-ей гармоники напряжения в фазе *A* в 95 % времени наблюдений $K_{u(95\%)}$ составило 6,357 % при нормативном 5 %, относительное время превышения нормально допускаемого значения T_1 – 37,013 % интервала времени наблюдения при нормативном – 5 %.

Частоты, на которых нарушены нормативные значения коэффициентов гармоник напряжения, присутствуют в спектрах потребляемого тока и мощности (направлена от потребителя в сеть), что может свидетельствовать о вкладе, вносимом данным потребителем, в ухудшение качества электрической энергии по напряжению.

Для самостоятельного ознакомления с представленными результатами и другими измерениями открыт on-line доступ непосредственно к счетчику по адресу *http://www.binom3.com/*

СЕТЬ С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМИ ПРИВОДАМИ

В промышленности и коммунальном хозяйстве увеличивается использование частотно-регулируемых приводов (ЧРП). ЧРП обеспечивают работу механизмов собственных нужд на электростанциях и подстанциях, применяются на тяговых подстанциях электрифицированного транспорта, нефтегазовых производственных объектах, в системах водо- и теплоснабжения. На нефтедобывающих предприятиях мощность ЧРП установок электроцентробежных насосов (УЭЦН), используемых при добыче нефти, может составлять 80 % мощности всех электроприемников распределительной сети предприятия [8].

Преобразователи частоты в ЧРП, являясь нелинейной нагрузкой, ухудшают качество электроэнергии в системах электроснабжения. Порядок высших гармоник тока n, потребляемых частотными преобразователями приводов, определяется из выражения (5):

$$n = kp \pm 1 \qquad (5)$$

где p — количество фаз выпрямителя ЧРП, k – натуральное число ($k = 1, 2, ...$).

Например, для трехфазной мостовой схемы (рис. 9) $p = 6$, и характерны 5 и 7, 11 и 13, 17 и 19, 23 и 25, 29 и 31 и т.д. гармоники в потребляемом токе.

Для иллюстрации приведены результаты измерений с месторождения нефти в Западной Сибири. От распределительного устройства (РУ) 6 кВ газотурбинной электростанции (ГТЭС) через подстанцию 35/6 кВ получает питание куст трансформаторных подстанций КТПН 6/0,4 кВ. От РУ 0,4 кВ КТПН электроэнергия распределяется непосредственно к УЭЦН.

Результаты измерений снятые со счетчика, установленного В РУ 6 кВ ГТЭС на присоединении линии в сторону подстанции 35/6 кВ и со счетчика на вводе 0,4 кВ одной из КТПН.

На секции шин 6 кВ ГТЭС суммарные коэффициенты гармоник напряжения превышают допустимые уровни в 100 % времени наблюдений (рис. 10 – таблица 5): верхнее значение $K_{u(95\%)}$ находится в пределах 14,391-14,521 % в фазах при нормативном значении 5 %, наибольшее значение $K_{u(100\%)}$ находится в пределах

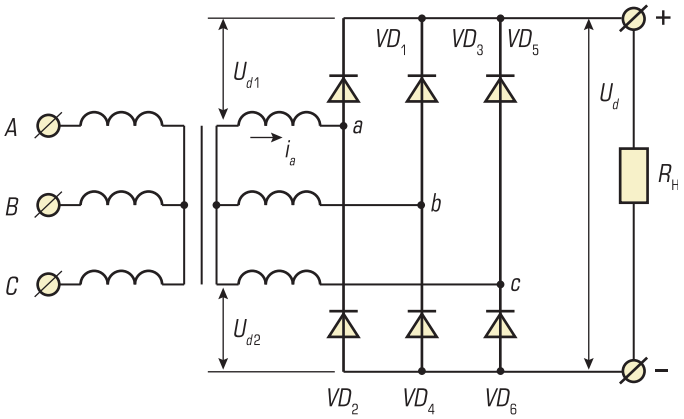


Рис. 9. Трехфазная мостовая схема выпрямления

14,418-14,552 % в фазах при нормативном значении 8 %.

При этом нарушены нормально и предельно допускаемые значения коэффициентов гармоник напряжения 3-го и 15-го порядков, и характерных для трехфазной мостовой схемы выпрямления 5-го и 7-го, 11-го и 13-го, 17-го порядков (рис. 10 – таблица 6). В спектрах среднеквадратических значений напряжения

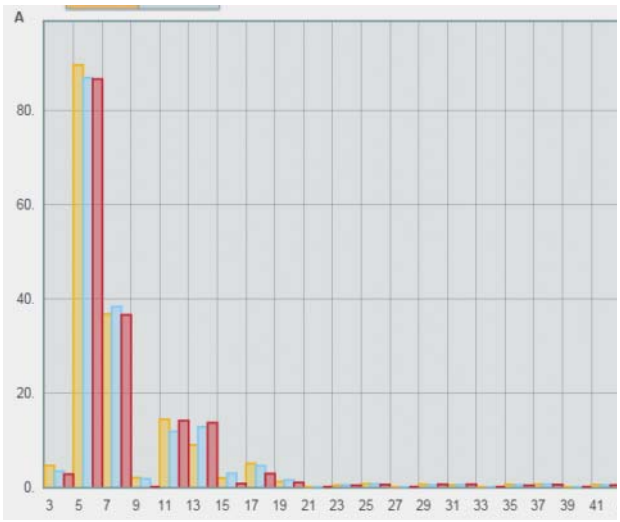
Таблица 5 - Результаты измерений суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжений

Измеряемая характеристика	Напряжение A (AB)			Напряжение B (BC)			Напряжение C (CA)			Нормативное значение
	Результат измерен.	T_1,%	T_2,%	Результат измерен.	T_1,%	T_2,%	Результат измерен.	T_1,%	T_2,%	
$K_{U.(95\%)}$, %	14.521	100.000		14.395	100.000		14.391	100.000		5.000
$K_{U.(100\%)}$, %	14.552		100.000	14.418		100.000	14.420		100.000	8.000

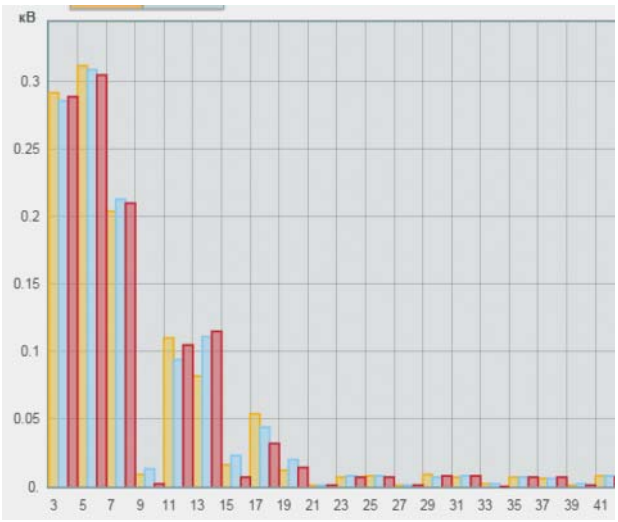
Таблица 6 - Результаты измерений коэффициентов гармонических составляющих напряжений порядка n

n	Результат измерений, %												Нормативное значение	
	Напряжение A (AB)				Напряжение B (BC)				Напряжение C (CA)					
	$K_{U(n)}$ (95%)	$K_{U(n)}$ (100%)	T_1,%	T_2,%	$K_{U(n)}$ (95%)	$K_{U(n)}$ (100%)	T_1,%	T_2,%	$K_{U(n)}$ (95%)	$K_{U(n)}$ (100%)	T_1,%	T_2,%	$K_{U(n)}$ (95%)	$K_{U(n)}^{(100\%)}$
2	0.049	0.050	0.000	0.000	0.046	0.048	0.000	0.000	0.055	0.059	0.000	0.000	1.500	2.250
3	8.662	8.690	100.000	100.000	8.405	8.427	100.000	100.000	8.516	8.539	100.000	100.000	3.000	4.500
4	0.052	0.053	0.000	0.000	0.048	0.049	0.000	0.000	0.030	0.031	0.000	0.000	0.700	1.350
5	9.297	9.318	100.000	100.000	9.136	9.169	100.000	100.000	9.008	9.033	100.000	100.000	4.000	6.000
6	0.038	0.039	0.000	0.000	0.029	0.030	0.000	0.000	0.038	0.039	0.000	0.000	0.300	0.450
7	6.066	6.099	100.000	100.000	6.279	6.300	100.000	100.000	6.183	6.207	100.000	100.000	3.000	4.500
8	0.032	0.033	0.000	0.000	0.031	0.033	0.000	0.000	0.026	0.027	0.000	0.000	0.300	0.450
9	0.271	0.277	0.000	0.000	0.399	0.404	0.000	0.000	0.063	0.070	0.000	0.000	1.000	1.500
10	0.028	0.029	0.000	0.000	0.048	0.050	0.000	0.000	0.060	0.062	0.000	0.000	0.300	0.450
11	3.298	3.313	100.000	97.222	2.826	2.849	100.000	0.000	3.122	3.135	100.000	63.889	2.000	3.000
12	0.040	0.042	0.000	0.000	0.032	0.032	0.000	0.000	0.051	0.053	0.000	0.000	0.200	0.300
13	2.496	2.520	100.000	0.000	3.338	3.357	100.000	96.528	3.478	3.503	100.000	100.000	2.000	3.000
14	0.041	0.044	0.000	0.000	0.036	0.037	0.000	0.000	0.032	0.033	0.000	0.000	0.200	0.300
15	0.484	0.489	100.000	34.722	0.711	0.719	100.000	100.000	0.258	0.262	0.000	0.000	0.300	0.450
16	0.048	0.049	0.000	0.000	0.040	0.044	0.000	0.000	0.025	0.027	0.000	0.000	0.200	0.300
17	1.572	1.615	39.583	0.000	1.277	1.312	0.000	0.000	0.937	0.956	0.000	0.000	1.500	2.250

Рис. 10. Присоединение РУ 6 кВ ГТЭС. Протокол испытаний электрической энергии (значения, усредненные на интервале 10 мин.)



а) Спектр гармоник тока $I_{(n)}$, А (линейная шкала)



б) Спектр гармоник напряжения $U_{(n)}$, кВ (линейная шкала)

Рис. 11. Присоединение РУ 6 кВ ГТЭС. Спектры нечетных гармоник (среднеквадратические значения на интервале 10 периодов частоты, 3 фазы: фаза А – желтый, фаза В – голубой, фаза С – красный)

и потребляемого тока выделяются гармоники таких же порядков (рис. 11).

На вводе 0,4 кВ КТПН уровень нелинейных искажений формы напряжения на сборных шинах 0,4 кВ также превышает нормативное значение в 100 % времени наблюдений (рис. 12).

Согласно протоколу испытаний электроэнергии (в статье не приводится) превышены коэффициенты гармоник напряжения 5, 7, 11, 15, 21, 23, 27, 33 и 39-го порядков. Различия в гармоническом составе напряжения на секциях 6 кВ ГТЭС и 0,4 кВ КТПН могут быть связаны с взаимным влиянием нелинейных нагрузок куста КТПН и других объектов, запитанных от сборных шин ГТЭС.

Пример показывает, что частотные приводы потребляют ток с характерным составом гармоник. Порядок гармоник – на единицу больше и на единицу меньше, чем каждое число, кратное числу фаз схемы выпрямления во входной цепи частотного преобразователя. Искажения сетевого напряжения могут превышать нормально и предельно допускаемые уровни в 100 % времени. Высокий уровень несинусоидальности тока и напряжения в сети с частотно-регулируемыми приводами подтверждают и результаты исследований других авторов [8].

ВЫВОДЫ

1. Предложено количественное описание искажений качества электроэнергии с помощью интегрального параметра – энергии искажений и показана правомерность такого подхода.
2. Проанализированы закономерности проявления энергии искажений и предложена физическая интерпретация аппаратно измеряемых параметров. Показано влияние энергии искажений на аппаратно регистрируемую потребленную энергию.

Таблица 5 - Результаты измерений суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжений

Измеряемая характеристика	Напряжение А (АВ)			Напряжение В (ВС)			Напряжение С (СА)			Нормативное значение
	Результат измерен.	T_1 ,%	T_2 ,%	Результат измерен.	T_1 ,%	T_2 ,%	Результат измерен.	T_1 ,%	T_2 ,%	
$K_{U,(95\%)}$, %	21.416	100.000		20.918	100.000		21.503	100.000		8.000
$K_{U,(100\%)}$, %	21.477		100.000	20.966		100.000	21.540		100.000	12.000

Рис. 12. Ввод 0,4 кВ КТПН-8. Протокол испытаний электрической энергии (значения усредненные на интервале 10 мин.)

3. Результаты измерений у потребителей с разным характером нелинейной нагрузки подтверждают нарушение норм, установленных стандартами, для коэффициентов гармоник напряжения.
4. Экспериментальные результаты подтверждают, что энергия, потребляемая нелинейным потребителем с учетом гармоник меньше, чем энергия основной частоты.
5. Из рассмотрения следует, что подход, изложенный в [7], является недостаточным для создания механизма управления качеством электроэнергии.

Список литературы

1. *Большаков О.В.* Экологичность электроэнергетики. Энергорынок № 10(81), 2010.
2. *ГОСТ 31819.22-2012.* "Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Частные требования. Часть 22. Статические счетчики активной энергии классов точности 0,2S и 0,5S". Дата введения – 01.01.2014.
3. *Висящев А.Н., Луцкий И.И., Тигунцев С.Г., Баглейбтер О.И.* Определение ДВП электрической энергии в ухудшение ее качества // Повышение эффективности производства и использования энергии в условиях Сибири: Тезисы докладов ежегодной Международной научно-технической конференции. – Иркутск: ИрГТУ, 2000. – С. 110-113.
4. *Стандарт IEEE 519-1992.* Допустимые уровни гармоник напряжений и тока для сетей США.
5. "*Методика* (метод) измерений для расширенного списка показателей качества электроэнергии", ОАО "Фирма ОРГРЭС" атт. № 010-01/00032-2013, ФР.1.34.2014.17965.
6. *Киселев В.В., Пономаренко И.С.* Качество электроэнергии. – М. Промышленная энергетика № 2, 2004 г.
7. *ГОСТ 32144-2013.* "Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения". Дата введения – 01.07.2014.
8. *Абрамов Б.И., Державин Д.А., Чуриков А.М., Новоселов Ю.Б., Суслов М.А., Шевырев Ю.В.* Инструментальные исследования качества электроэнергии на нефтепромыслах в условиях широкого применения частотно-регулируемых приводов. //"Нефтяное хозяйство". 2016, № 01. С. 90-92.

Большаков Олег Вадимович *– главный метролог ПАО "ФСК ЕЭС",*
Васильева Ольга Алексеевна *– генеральный директор ЗАО "Алгоритм" г. Санкт-Петербург.*

НОВОСТИ

ОБ ИНИЦИАТИВАХ ФАС В СФЕРЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

14 октября в Федеральной антимонопольной службе состоялось первое заседание рабочей группы по теплоснабжению при Экспертном совете в сфере ЖКХ. В обсуждении поправок к Федеральному закону "О теплоснабжении" принял участие директор Института проблем ценообразования и регулирования естественных монополий НИУ ВШЭ Илья Долматов.

В числе предлагаемых ФАС изменений обсуждались поправки, связанные с необходимостью предварительного согласования на федеральном уровне схем теплоснабжения в случаях, когда теплоисточники и потребители расположены на территориях разных субъектов РФ, а также цен (тарифов) в сфере теплоснабжения для указанных потребителей в случае наличия разногласий между органами регулирования.

По мнению Ильи Долматова, указанные поправки являются избыточными.

Так, в п.12 "Основ ценообразования в сфере теплоснабжения" уже отражена обязанность органов регулирования соответствующих субъектов согласовывать определяемые ими при установлении цен (тарифов) размеры необходимой валовой выручки. А в случае наличия разногласий на федеральном уровне предусмотрен соответствующий порядок рассмотрения разногласий и досудебного урегулирования споров.

При разработке схемы теплоснабжения в соответствии с действующим законодательством каждое муниципальное образование принимает решение о строительстве или модернизации собственных источников тепла либо о закупке тепловой энергии на стороне. Ключевым критерием при принятии решения выступает минимум тарифной нагрузки на потребителей при условии обязательного соблюдения надежности и качества теплоснабжения. Для этого ответственное лицо может делать соответствующие запросы в другие муниципальные образования. При возникновении сомнений в экономической обоснованности принимаемого решения должны работать соответствующие контрольные и надзорные органы.

https://ipcrem.hse.ru/news/194793446.html

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ НАСТРОЕК УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

М.В. АНДРЕЕВ, Ю.С. БОРОВИКОВ, А.С. ГУСЕВ, А.О. СУЛАЙМАНОВ
(Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет")

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В данной статье кратко представлен анализ текущих и перспективных изменений, происходящих в современных электроэнергетических системах (ЭЭС). Проведен анализ статистики аварийности ЭЭС, в результате которого удалось выявить, что одной из главных причин тяжелых аварий в энергосистемах являются неправильные действия релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматики. Среди этих причин около 20-30 % обусловлены ошибками в уставках и настройках РЗ. В статье представлены структура программно-технической системы реального времени верификации настроек устройств релейной защиты (ПТС РВ ВНРЗ) и примерный алгоритм её функционирования, которая в совокупности с более качественным проектированием РЗ в значительной степени должна поспособствовать решению проблемы адекватной настройки современных цифровых устройств защиты. Основным элементом ПТС РВ ВНРЗ будет разработанный в Томском политехническом университете Всережимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем (ВМК РВ ЭЭС).

Ключевые слова: *гибридное моделирование, математические модели, электроэнергетические системы, цифровая релейная защита, уставки.*

ВВЕДЕНИЕ

Всё оборудование (генераторы, трансформаторы, линии электропередачи, различного рода потребители, релейная защита и автоматика (РЗА) и т.д.) электроэнергетических систем (ЭЭС) взаимосвязано в едином непрерывном процессе генерации, передачи и потребления электрической энергии. Поскольку подавляющее большинство этого оборудования представляет собой динамические элементы, к тому же преимущественно нелинейные и с весьма значительным диапазоном постоянных времени, любая современная ЭЭС образует большую, многопараметрическую, жесткую, нелинейную, динамическую систему.

Согласно данным Росстата, потребление электроэнергии в стране за последние 10 лет возросло на 18 % [1]. Аналогичная ситуация существует и в мире (рис. 1) [2]. Учитывая тот факт, что население планеты непрерывно увеличивается, потребность в электроэнергии тоже будет расти. Это, в свою очередь, приводит к логичному выводу о том, что наращивание генерируемых мощностей будет также продолжаться. Таким образом, прослеживается явная тенденция к дальнейшему усложнению ЭЭС.

Ситуация усугубляется за счет увеличения доли распределённой генерации и активного внедрения возобновляемых источников энергии (рис. 2). Согласно планам Евросоюза доля распределенной генерации к 2020 году будет 20 %, а к 2050 – 80-95 % [3]. В соответствии с [2], суммарная генерируемая мощность источников, работающих на энергии ветра и солнца, за последние 15 лет увеличилась более чем на 30 %.

Управление и защита ЭЭС в силу указанных изменений становятся крайне сложными и актуальными задачами. Применение современных систем управления и защиты не позволяет решить их полностью. Об

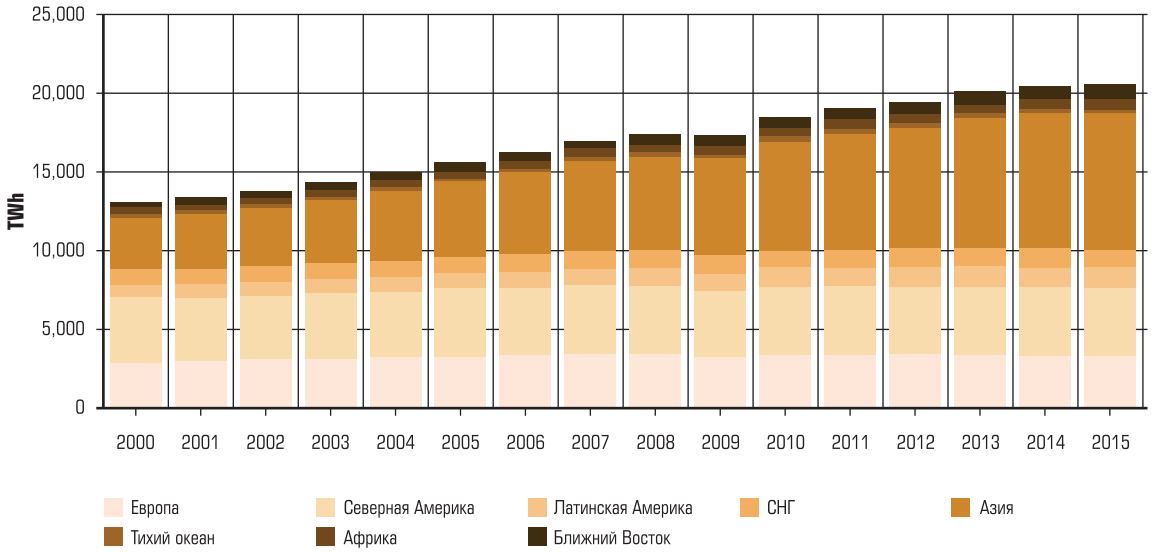


Рис. 1. Потребление электроэнергии в мире в период 2000-2015 гг.

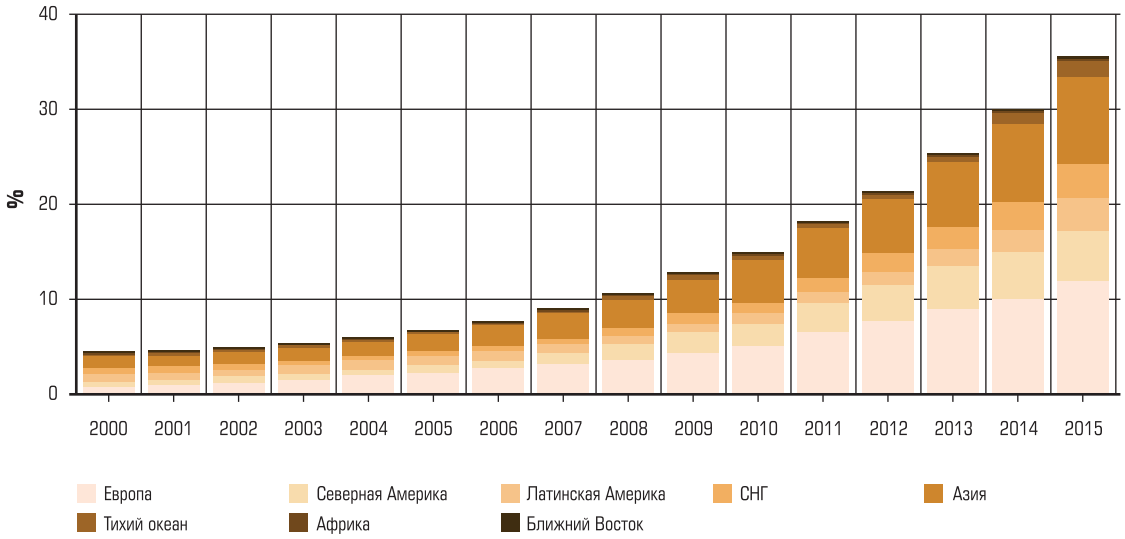


Рис. 2. Доля ветровой и солнечной энергии в производстве электроэнергии в период 2000-2015 гг.

этом, в частности, свидетельствует мировая статистика аварийности в ЭЭС, согласно которой 25 % [4] приходится на неправильные действия РЗА. История знает множество случаев тяжелых системных аварий (блэкаутов), вызванных непосредственно или косвенно неправильными действиями защит. Вот лишь несколько случаев [5], результаты расследования которых стали теперь общедоступны:

- **1965 г., США.** Ввиду значительной загруженности пяти ЛЭП, соединяющих север и юг США, резервная защита одной из них инициировала отключение линии (в данном случае ложное). Это привело к перегрузке и отключению других ЛЭП. В результате 30 млн человек оставались без электричества в течение 13 часов.
- **1977 г., США.** Развитие аварии: молния ударила в две ЛЭП, объединяющих две части ЭЭС Нью-Йорка; РЗ этих линий сработали некорректно и отключили их; была также отключена еще одна линия (три из четырех ЛЭП, объединяющих две части ЭЭС Нью-Йорка). Через 35 минут из-за перегрузки отключилась четвертая ЛЭП. В итоге работа всей системы была нарушена. В результате 8 млн человек оставались без электричества в течение 5-25 часов в разных районах города Нью-Йорк.

- **1996 г., США.** Развитие аварии: возник пробой между ЛЭП 345 кВ и деревом; возникшее КЗ было отключено, в результате чего возник дефицит мощности в 2 ГВт; возникшая в результате этого просадка напряжения привела к отключению нескольких гидрогенераторов ввиду значительного увеличения токов в них в течение 25 секунд; еще большая просадка напряжения в результате этого привела к ложному срабатыванию третьей ступени дистанционной защиты, что еще усугубило ситуацию и привело к ускорению генераторов ЭЭС. В итоге система была поделена на 5 "островов" и на восстановление целостности потребовалось несколько часов.
- **2003 г., США.** В результате 50 млн человек остались без электричества, было выведено 63 ГВт энергии (11 % от общего объема), при этом, 400 ЛЭП, 531 генерирующая единица на 261 электростанции были отключены. Главной причиной стал дефицит реактивной мощности, приведший к потере устойчивости ЭЭС. Сам дефицит возник в результате отключения автоматического регулятора возбуждения из-за перегрузки. Параллельно с этим возникло КЗ в результате пробоя на дерево. Точку в этой аварии поставила третья ступень дистанционной защиты одной нагруженной ЛЭП, сработавшая ложно. Возникший после этого реверс мощности привел к каскадному блэкауту.
- **2003 г., Италия.** Развитие аварии началось с пробоя на дерево линии, соединяющей Италию и Швейцарию. Автоматическое повторное включение не восстановило связь ввиду невыполнения условий синхронного включения. Дефицит мощности привел к потере синхронизма Италии и европейской ЭЭС. Связи с Францией и Австрией были потеряны ввиду ложного действия дистанционных защит. В итоге возникла перегрузка связи Италия-Словения, что привело к её отключению. Возник дефицит 6400 МВт и устойчивая работа итальянской ЭЭС была нарушена.
- **2010 г., Россия, Ленинградская область.** Авария началась в результате возникновения нештатной ситуации на подстанции (ПС) 330/220/110 кВ Восточная: в результате срабатывания РЗ, оказались отключенными две воздушных линии (ВЛ) 330 кВ, соединяющие ПС Восточная с Ленинградской атомной электростанцией и с ПС 330 кВ "Южная", автотрансформатор мощностью 250 МВА и перемычка, соединяющая два открытых распределительных устройства 330 кВ подстанции. В течение следующих 3 минут действием РЗ были отключены несколько ВЛ 110-330 кВ, что привело к полному или частичному нарушению электроснабжения потребителей в Приморском, Выборгском, Калининском, Красногвардейском, Курортном, Петроградском, Невском, Центральном, Василеостровском районах Санкт-Петербурга, а также в Выборгском, Приозерском и Кировском районах Ленинградской области. Кроме того, в результате нештатной ситуации в электрической сети были отключены Северная, Выборгская, Центральная, Правобережная, Дубровская ТЭЦ и Светогорская ГЭС с полным прекращением генерации и потерей электроснабжения собственных нужд электростанций.

Более подробный анализ статистических данных позволил сделать заключение о том, что в среднем от 20 до 35 % [6-9] ситуаций, связанных с неправильным действием РЗ, обусловлены ошибками в уставках и настройках РЗ. Часть этих ошибок, разумеется, закладывается на этапе проектирования, о чем авторами указывалось в [10, 11]. Для решения данной проблемы предлагается использовать математические модели РЗ, учитывающие особенности конкретных реализаций защит и измерительных преобразователей, в совокупности с высокоадекватной системой моделирования ЭЭС.

Указанную совокупность можно использовать и в другом ракурсе – для верификации в реальном времени настроек работающих в ЭЭС современных устройств РЗ с минимальным привлечением персонала и без вывода РЗ из работы. В данной публикации представлены структура программно-технической системы реального времени верификации настроек устройств релейной защиты (ПТС РВ ВНРЗ) (рис. 3) и примерный алгоритм (рис. 4) её функционирования. Поддержка в настоящее время микропроцессорными (цифровыми) терминалами защиты (ЦРЗ) современных протоколов обмена данными типа Modbus и МЭК, особенно МЭК 61850, сделала решение данной задачи весьма актуальным и перспективным.

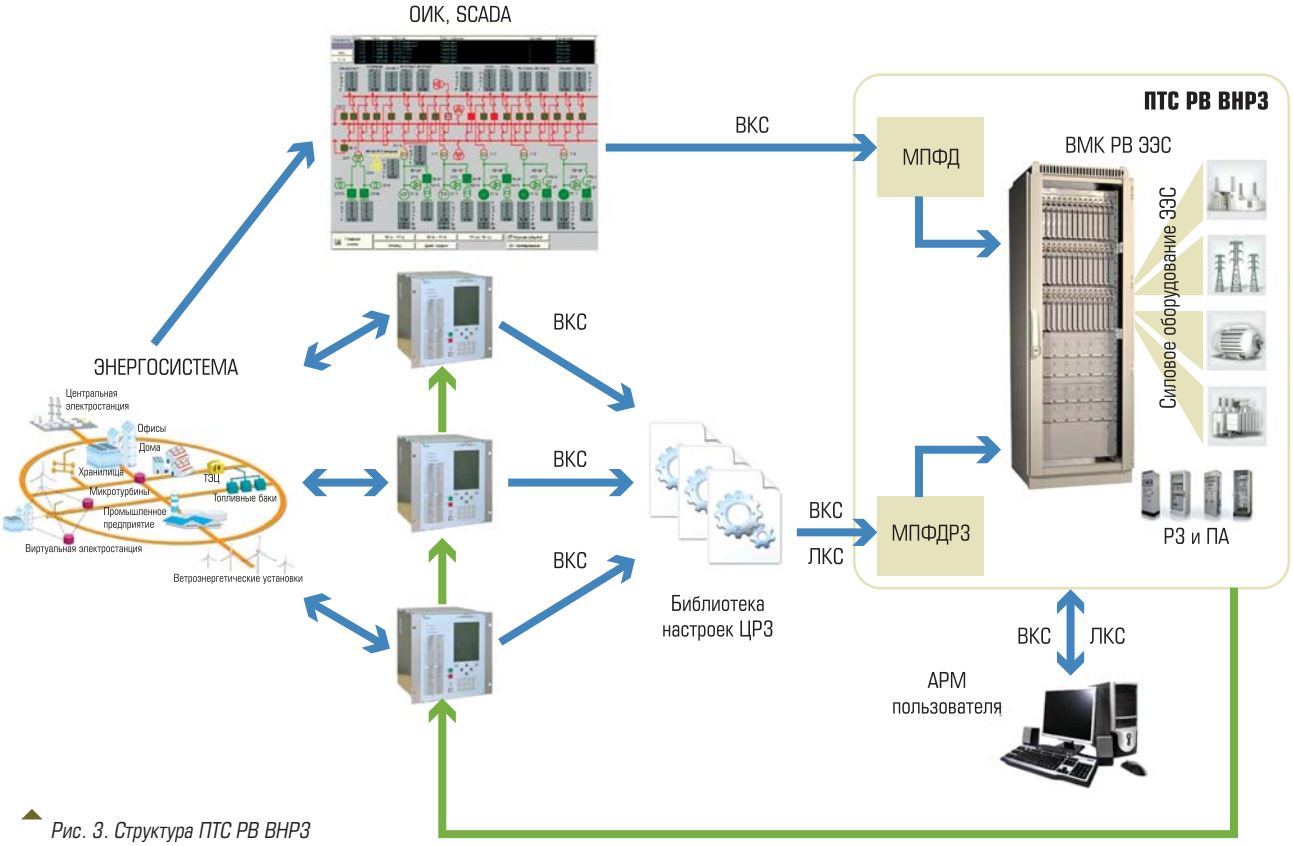


Рис. 3. Структура ПТС РВ ВНРЗ

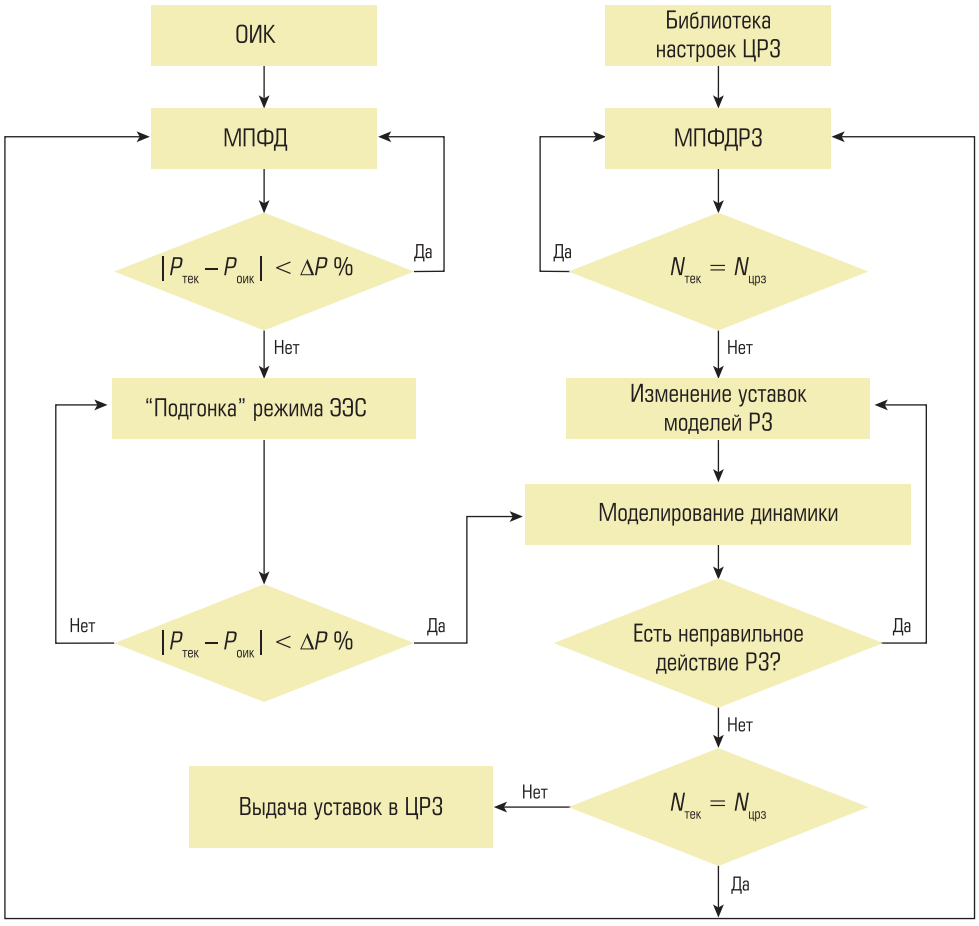


Рис. 4. Алгоритм функционирования ПТС РВ ВНРЗ

Подобная работа ведется за рубежом, в частности, в Великобритании под патронажем государственной сетевой компании National Grids [12-14]. В российских изданиях таких проектов найти не удалось.

Главным элементом ПТС РВ ВНРЗ будет разработанный в Томском политехническом университете Всережимный моделирующий комплекс реального времени электроэнергетических систем (ВМК РВ ЭЭС). Достоинства этой системы, созданной при непосредственном участии авторов данной публикации, приведены в ряде работ, в частности в [15-17]. В комплексе реализуются как подробные математические модели силового оборудования ЭЭС, так и математические модели их систем управления, автоматики и РЗ [18-21]. Здесь следует подчеркнуть ряд ключевых отличий разрабатываемой системы от предлагаемой учеными из Великобритании.

Во-первых, это использование более адекватного комплекса моделирования ЭЭС – ВМК РВ ЭЭС, в отличие от применяемой британскими учеными программы Power Factory, которая представляет собой инструмент расчета режимов ЭЭС и основана на численных методах решения дифференциальных уравнений. Проблематика численных методов анализировалась авторами в частности в [21].

Во-вторых, комбинация в составе единой моделирующей системы, как уже было сказано, моделей оборудования ЭЭС и моделей РЗ, учитывающих процессы в конкретных реализациях и измерительных преобразователях. Британские коллеги предлагают разделить модели ЭЭС и РЗ и даже разнести их на разные ЭВМ. По мнению авторов, разделение моделей ЭЭС и РЗ и их реализация на отдельных вычислительных машинах, особенно удалённых, может привести к нарушению синхронности моделирования процессов в ЭЭС и РЗ и, как следствие, снижению адекватности результатов моделирования.

Переходя к структуре ПТС РВ ВНРЗ (рис. 3), следует отметить, что установка режима работы моделируемой ЭЭС реализуется на основе данных оперативно-информационного комплекса (ОИК) (зарубежный аналог – SCADA – аббр. от англ. Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных), связь с которым планируется реализовать через внешнюю компьютерную сеть (ВКС) и программный модуль преобразования формата данных (МПФД), интегрированный в программное обеспечение (ПО) ПТС РВ ВНРЗ. МПФД будет отвечать за преобразование формата данных ОИК в формат, поддерживаемый ВМК РВ ЭЭС.

Второй важной частью структуры ПТС РВ ВНРЗ является линия связи с терминалами ЦРЗ, работающими в ЭЭС. В настоящее время, как уже упоминалось, не проблема организовать удаленное взаимодействие с ЦРЗ, поскольку они поддерживают современные протоколы передачи данных, такие как МЭК 61850. Файлы с настройками ЦРЗ будут передаваться по ВКС и аккумулироваться в библиотеке, которая может быть как на локальной по отношению к ПТС РВ ВНРЗ вычислительной машине, так и на удаленной. Соответственно связь будет реализована либо по ВКС, либо по локальной компьютерной сети (ЛКС). ПО, отвечающее за функционирование данной библиотеки настроек, будет с определённым интервалом опрашивать терминалы защиты на предмет изменения настроек и обновляться по необходимости, а также ретранслировать файлы с данными в ПТС РВ ВНРЗ через программный модуль преобразования формата данных релейной защиты (МПФДРЗ). Наличие этого модуля связано с возможными различиями у разных производителей форматов настроек. МПФДРЗ также как и МПФД будет преобразовывать форматы данных ЦРЗ в формат, поддерживаемый моделями ВМК РВ ЭЭС.

Алгоритм функционирования ПТС РВ ВНРЗ представлен в виде блок-схемы на рис. 4. Активация его осуществляется исходя из двух параллельных условий:

1. Отклонение текущих ($P_{тек}$) параметров (напряжение, перетоки мощности и т.д.) в модели ЭЭС от аналогичных параметров ОИК ($P_{оик}$) на определенную задаваемую пользователем величину (ΔP).
2. Отклоение текущих уставок моделей РЗ ($N_{тек}$), реализованных в ПТС РВ ВНРЗ, от уставок в библиотеке и соответственно в терминалах защиты ($N_{црз}$).

В первом случае запускается “подгонка” режима ЭЭС (речь идет об установившемся режиме), т.е. в автоматическом режиме изменяются параметры моделей оборудования ЭЭС или их систем управления. Это продолжается до тех пор, пока режим в модели не соответствует режиму в реальной ЭЭС с определенным допустимым отклонени-

ем. После этого запускается моделирование спектра анормальных режимов работы ЭЭС ("Моделирование динамики"), в которых возможно неправильное действие установленных ЦРЗ. Считаем важным подчеркнуть, что моделирование каждого анормального режима начинается, исходя из одного и того же установившегося режима при условии выполнения $|P_{тек} - P_{оик}| < \Delta P$. Если наблюдается неправильное действие какой-либо модели РЗ, то осуществляется корректировка настроек этой модели, затем запускается процесс моделирования всего спектра анормальных режимов, в которых конкретно эта РЗ может неправильно отработать. Когда ложные действия исключены, новые уставки, при условии их отличия от тех, что хранятся в библиотеке и соответственно в ЦРЗ, передаются в терминалы защиты. После этого алгоритм опять переходит в режим ожидания.

Во втором случае, если текущие настройки моделей РЗ отличаются от тех, что содержатся в библиотеке и соответственно в терминалах защиты, новые настройки устанавливаются в соответствующие модели РЗ. После этого запсукается "Моделирование динамики" и выполняются действия, описанные выше.

В заключение хочется отметить, что проблема адекватной настройки устройств защиты не исчезла и неправильные действия РЗ всё еще наблюдаются, несмотря на значительный научно-технический прогресс. Существующие тенденции развития ЭЭС, отмеченные в начале, дают основания полагать, что ситуация не изменится в положительную сторону. Это значит, что нужны новые методы и средства, направленные на решение обозначенной проблемы. Предлагаемая авторами система в совокупности с более качественным проектированием РЗ (в этом направлении авторами также ведется работа [10, 11]) в значительной степени должна этому поспособствовать. Считаем необходимым подчеркнуть, что представленная система находится еще на стадии разработки и многие детали предстоит еще прояснить.

Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, Госзадание "Наука" № 3901, тема: "Разработка и исследование гибридной модели вставки несинхронной связи электроэнергетических систем".

Список литературы

1. *Сайт* Института проблем естественных монополий. Доступ: *http://ipem.ru/news/publications/630.html*
2. *Мировая* энергетическая статистика. Ежегодник 2016. Доступ: *https://yearbook.enerdata.ru*
3. *K. Jennett, F. Coffele and C. Booth.* "Comprehensive and quantitative analysis of protection problems associated with increasing penetration of inverter-interfaced DG", in Proc. 2012 Developments in Power Systems Protection (DPSP 2012) Conf., pp. 1-6.
4. *Кузьмичев В.А., Коновалова Е.В., Сахаров С.Н., Захаренков А.Ю.* Ретроспективный анализ работы устройств РЗА в ЕНЭС // Релейная защита и автоматизация. – 2012. № 01 (06), с. 60-65.
5. *Arulampalam Atputharajah, Tapan Kumar Saha*. Power System Blackouts – Literature review // Fourth International Conference on Industrial and Information Systems, ICIIS 2009, 28-31 December 2009, Sri Lanka, pp. 460-465.
6. *Кузьмичев В.А., Коновалова Е.В., Сахаров С.Н., Захаренков А.Ю.* Ретроспективный анализ работы устройств РЗА в ЕНЭС // Релейная защита и автоматизация. – 2012. № 01(06), с. 60-65.
7. *Kjolle G.H., Heggset J., Hjartsjo B.T., Engen H.* Protection system faults 1999-2003 and the influence on the reliability of supply // Proceedings of IEEE Power Tech – St. Petersburg. 2005. Pp. 1-6.
8. *Kjolle G.H., Gjerde O., Hjartsjo B.T., Engen H., Haarla L., Koivisto L., Lindblad P.* Protection System Faults – a Comparative Review of Fault Statistics // Proceedings of Probabilistic Methods Applied to Power Systems – Stockholm. 2007. Pp. 1-7.
9. *Sykes J., Madani V., Burger J., Adamiak M., Premerlani W.* Reliabilty of protection systems (what are the real concerns) // Proceedings of Protective Relay Engineers – College Station. 2010. Pp. 1-16.
10. *Андреев М.В.* Средства всережимного моделирования дифференциальных защит трансформаторов в электроэнергетических системах: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук; спец. 05.14.02 / М.В. Андреев; Национальный исследовательский

Томский политехнический университет (ТПУ); науч. рук. Ю.С. Боровиков. – Томск, 2013. – 287 л.: ил. – Библиогр.: с. 133-143 (106 назв.).
11. *Андреев, М.В., Боровиков, Ю.С., Сулайманов А.О.* Средства всережимного моделирования дифференциальных защит трансформаторов в электроэнергетических системах // Известия высших учебных заведений. Электромеханика, 2015. № 4, с. 63-67.
12. *Q. Hong, A. Dyśko, C.D. Booth, V.M. Catterson, S.M. Blair, T. Rahman.* Translating proprietary protection setting data into standardised IEC 61850 format for protection setting validation // Developments in Power System Protection (DPSP 2014), 12th IET International Conference on. 2014. Pp. 1-6.
13. *Q. Hong, A. Dyśko, C. Booth.* Intelligent system for detecting "hidden" errors in protection settings // 2012 47th International Universities Power Engineering Conference (UPEC). 2012. Pp. 1-6.
14. *A. Dysko, A. McMorran, G.M. Burt, G. Ault, J.R. McDonald.* Web services based distributed dynamic protection system simulation and testing // Developments in Power System Protection, 2004. Eighth IEE International Conference on. 2004. Pp. 760-763.
15. *Гусев А.С., Суворов А.А., Сулайманов А.О.* Программно-технические средства всережимного моделирования в реальном времени управляемых шунтирующих реакторов в электроэнергетических системах // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1; URL: *http://www.science-education.ru/125-19879* (дата обращения: 23.06.2015).
16. *Боровиков Ю.С., Сулайманов А.О., Гусев А.С., Андреев М.В.* Всережимное моделирование в реальном времени перенапряжений в электроэнергетических системах // Автоматизация в промышленности, № 07. 2014. С. 17-21.
17. *Боровиков Ю.С., Гусев А.С., Андреев М.В.* Р.А. Уфа. Полигон для отработки решений по построению активно-адаптивных сетей на базе всережимного моделирующего комплекса реального времени // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2014. № 4, с. 292-296.
18. *Андреев М.В., Рубан Н.Ю., Сулайманов А.О.* Исследование влияния уровня детализации моделей устройств релейной защиты на адекватность воспроизведения переходных процессов в электроэнергетических системах // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: *http://www.science-education.ru/125-19827* (дата обращения: 22.06.2015).
19. *Рубан Н.Ю., Гусев А.С., Сулайманов А.О.* Средства моделирования для адекватной настройки дифференциально-фазной высокочастотной защиты линий электропередачи [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3, с. 1. – Режим доступа: *http://www.science-education.ru/117-r13213*
20. *Андреев М.В., Боровиков Ю.С.* Оптимизация уставок дифференциальных защит трансформаторов и автотрансформаторов с помощью их адекватных математических моделей // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 3 [Электронный ресурс]: режим доступа: *http://www.science-education.ru/109-9343*, свободный, 11.06.2013.
21. *Сулайманов А.О., Андреев М.В.* Использование гибридного моделирующего комплекса для настройки и верификации автоматических регуляторов возбуждения // Релейщик, № 2 (18), 2014. С. 24-28.

Энергетический институт Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Национальный исследовательский Томский политехнический университет".
Андреев Михаил Владимирович *– канд. техн. наук, инженер-исследователь кафедры "Электроэнергетические системы",*
Боровиков Юрий Сергеевич *– д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры "Электроэнергетические системы",*
Гусев Александр Сергеевич *– д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры "Электроэнергетические системы",*
Сулайманов Алмаз Омурзакович *– канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой "Электроэнергетические системы".*

ПТК «САРГОН»
ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В АСУ ТП

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

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС САРГОН

ISO 9001
EAC

ОТРАСЛЕВЫЕ РЕШЕНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ

Энергетика
Котельные
Металлургия
Тепловые сети и ЖКХ
Водоканалы
Производство стекловолокна
Освещение

НВТ АВТОМАТИКА

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

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ ЭКРА-СКИ В СЕТИ ОПЕРАТИВНОГО ПОСТОЯННОГО ТОКА

К.В. БЫКОВ, И.А. ГАЛКИН, А.А. ЛОПАТИН (ООО НПП "ЭКРА")

Система контроля изоляции (СКИ), разработанная НПП "ЭКРА", позволяет автоматизировать процесс контроля изоляции и поиска поврежденных присоединений, при этом не вызвать ложную работу устройств РЗА и ПА. Система представляет собой как стационарное устройство контроля сопротивлений изоляции присоединений и сети оперативного постоянного тока с напряжением 220 В (ЭКРА-СКИ), так и переносное устройство поиска фидеров с замыканием на землю сетей оперативного постоянного тока (ЭКРА-ПКИ), а также реле контроля уровня сопротивления изоляции полюсов сетей оперативного постоянного тока (РКИЭ).

Ключевые слова: *система контроля изоляции, оперативный ток, СОПТ, ЭКРА-СКИ.*

Надежность сети оперативного постоянного тока (СОПТ) зависит от множества факторов и технических решений, в том числе от принципов построения системы контроля изоляции. Традиционная мостовая схема контроля сопротивления изоляции СОПТ, основанная на использовании трех последовательно соединенных резисторов, один из которых выполнен в виде потенциометра, и реле напряжения постоянного тока РН-51/32, не позволяет в автоматическом режиме определить сопротивление полюсов сети оперативного постоянного тока относительно "земли", а также присоединения с поврежденной изоляцией. Для контроля эквивалентного сопротивления изоляции сети оперативного тока с учетом сопротивлений изоляции обоих полюсов сети, оперативный персонал подстанций или электростанций в начале и конце смены с помощью переключателя и потенциометра производит настройку моста в ручном режиме, а затем производит вычисление эквивалентного сопротивления изоляции всей сети. Это не только трудоемко, но и не позволяет контролировать сопротивление изоляции в автоматическом режиме. Опыт показывает, что реальны случаи и симметричного ухудшения изоляции, приводящие к авариям. Достоинством традиционной мостовой схемы контроля сопротивления изоляции СОПТ является практически полное исключение ложного срабатывания устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики (РЗА) вследствие работы устройств контроля изоляции или ухудшения сопротивлений изоляции СОПТ при однократном замыкании на землю в цепях РЗА.

Данное утверждение основывается на анализе схемы замещения СОПТ (рис. 1), где $R_{Д+}$ и $R_{Д-}$ – сопротивления резисторов, выполняющих функцию выравнивания напряжений полюсов сети относительно земли, $R_{изол+}$ и $R_{изол-}$ –

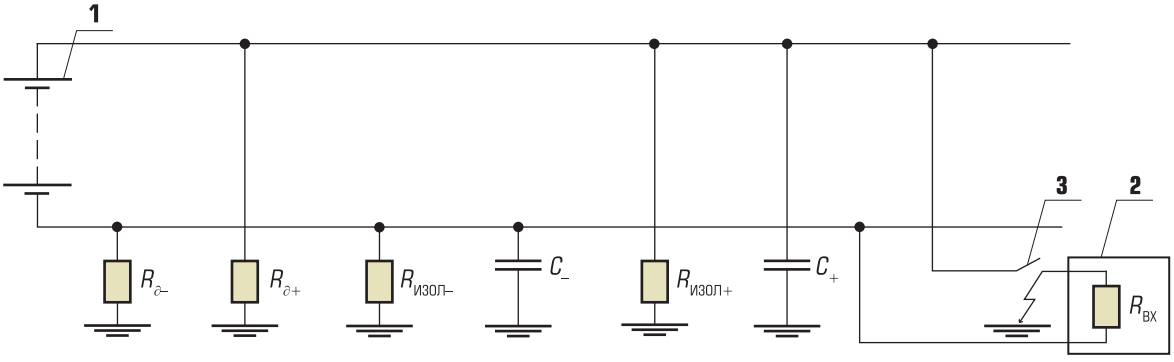


Рис. 1. Схема замещения сети оперативного постоянного тока

сопротивления изоляции, соответственно, положительного и отрицательного полюса СОПТ относительно "земли", C_+ и C_- и – емкости полюсов соответственно положительного и отрицательного полюса СОПТ, 1 – аккумуляторная батарея; $R_{ВХ}$ – сопротивление обмотки реле повторителя, например газовой защиты, или дискретного входа (ДВ) микропроцессорного терминала 2; 3 – "сухие" контакты [1]. Чем меньше соотношение $R_д/R_{изол+}$, тем меньше влияние сопротивлений изоляции на перекос напряжений на полюсах СОПТ. При напряжении на аккумуляторной батарее $U_{АБ} = 1{,}1 \cdot U_н = 242$ В и сопротивлении изоляции полюсов, например, $R_{изол+} = 100$ кОм, $R_{изол-} \geq 10$ МОм, а также сопротивлении выравнивающих резисторов $R_{д+} = R_{д-} = 200$ кОм напряжение на положительном полюсе сети относительно "земли" $U_+ = 60$ В, напряжение на отрицательном полюсе сети относительно "земли" $U_- = 180$ В. Заметим, что сопротивление изоляции $R_{изол+} = 100$ кОм обычно не сигнализируется.

При сопротивлении изоляции ДВ ≥ 1 МОм и разомкнутом ключе 3 напряжение на ДВ $U_{ВХ} = 0$. При замыкании на "землю" ДВ напряжение на входе в момент замыкания скачком увеличивается до значения 182 В (напряжения на отрицательном полюсе относительно "земли"), а затем с постоянной времени

$$t = 2 \cdot C \cdot (R_{изол+} // R_{д+} // R_{изол-} // R_{д-} // R_{ВХ})$$

уменьшается до величины

$$U_{ВХ} = U_{АБ} \cdot (R_{изол-} // R_{д-} // R_{ВХ})/(R_{изол+} // R_{д+} + R_{изол-} // R_{д-} // R_{ВХ}).$$

Например, при сопротивлении $R_{ВХ} = 50$ кОм напряжение на ДВ после завершения переходного процесса составит $U_{ВХ} = 82$ В. При емкости сети $C = 10$ мкФ постоянная времени разряда составит $t = 0{,}5$ с, что достаточно для ложного срабатывания ДВ. Например, через 50 мс после замыкания на землю ДВ напряжение на входе ДВ составит 170 В, при этом обычно максимальная задержка срабатывания составляет не более 20 мс.

Очевидно, что чем меньше величина выравнивающих резисторов, тем меньше перекос напряжений на полюсах сети при снижении сопротивления изоляции одного из полюсов, тем меньше величина напряжения на ДВ либо электромеханическом реле при замыкании его на "землю".

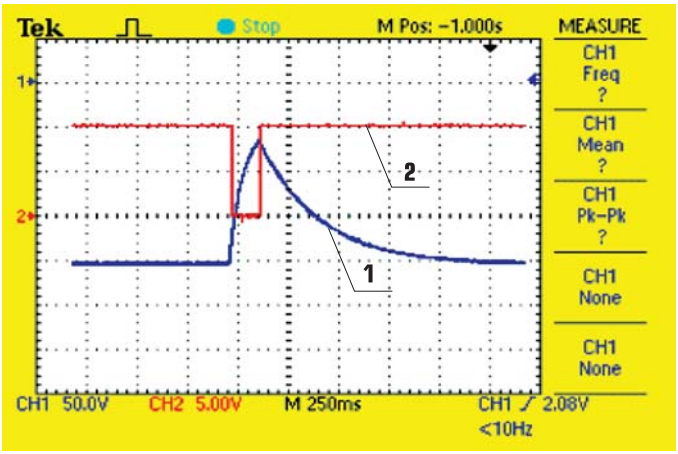


Рис. 2. Осциллограмма напряжений на ДВ относительно "земли" (1) и выходе (2) МП РЗА при замыкании на "землю"

На рис. 2 приведены осциллограммы напряжений на ДВ относительно "земли" (1) и выходе (2) платы микропроцессорного терминала при замыкании на "землю" ДВ при $R_{изол+} = 100$ кОм, $R_{изол-} \geq 10$ МОм, $R_{д+} = R_{д-} = 200$ кОм, $C = 10$ мкФ, $U_{АБ} = 220$ В. Цена деления напряжения на ДВ – 50 В, цена деления напряжения на выходе платы дискретного входа – 5 В, цена деления времени – 250 мс.

При сопротивлении выравнивающих резисторов $R_{д+} = R_{д-} = 10$ кОм и тех же величинах сопротивлений изоляции и напряжении аккумуляторной батареи напряжение на ДВ в момент замыкания составит 115 В, что не приведет к ложному срабатыванию.

Проведенные исследования показывают, что в сети оперативного постоянного тока возможна ложная работа устройств РЗА и ПА без участия устройства контроля изоляции в режиме поиска поврежденного присоединения, например, при замыкании положительного полюса сети на "землю" или замыкании на "землю" на участке управляющий контакт – дискретный вход. Это происходит в случаях, когда в сети оперативного постоянного тока существует значительный перекос напряжений между полюсами сети и "землей".

В НПП "ЭКРА" с 2006 года ведутся работы по разработке и внедрению в сети оперативного постоянного тока энергообъектов России системы контроля изоляции, которая позволила автоматизировать процесс контроля изоляции и поиска поврежденных присоединений, при этом не вызвать ложную работу устройств РЗА и ПА.

В 2008 году получен патент на способ определения сопротивления изоляции присоединений в сети постоянного тока с изолированной

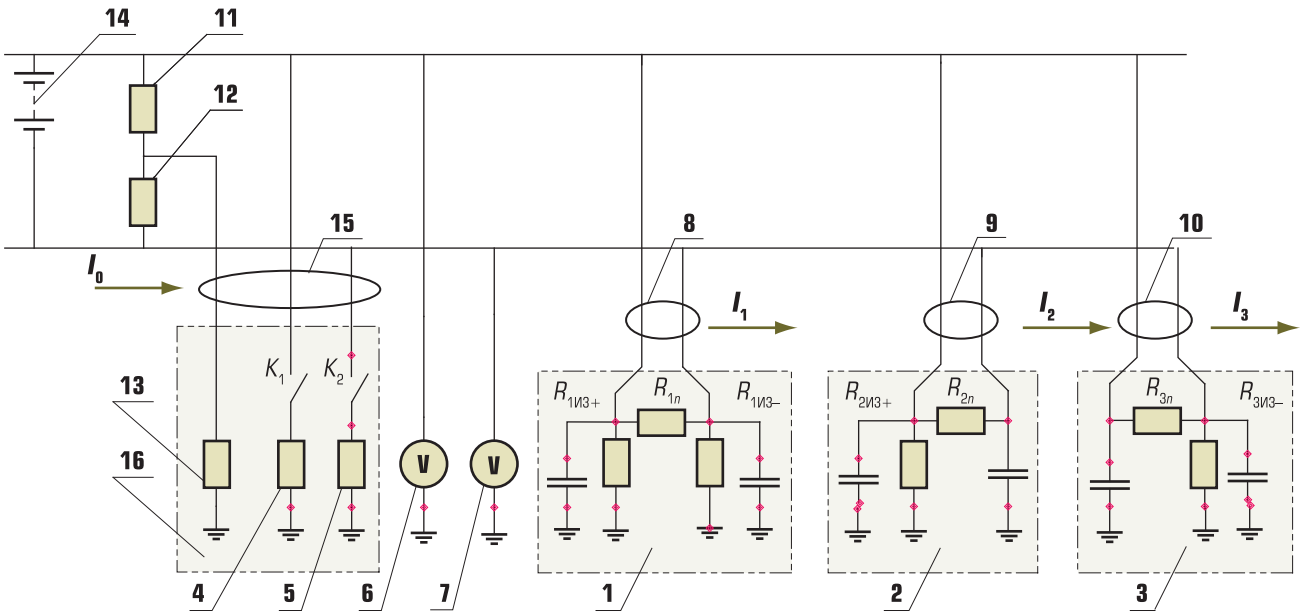


*Рис. 3. Схема системы оперативного постоянного тока с предлагаемым способом определения сопротивлений изоляции сети постоянного тока и поиска присоединений с поврежденной изоляцией, где **14** – аккумуляторная батарея, **1**, **2**, **3** – нагрузки присоединений, резистивные элементы **4** и **5**, подключаемые через ключи к полюсам, устройства для измерения напряжений **6** и **7**, резисторы **11**, **12** и **13** – эквивалент традиционной схемы контроля изоляции, дифференциальные датчики **8**, **9**, **10** для контроля изоляции присоединений, дифференциальный датчик **15** для контроля изоляции всей сети оперативного тока*

нейтралью, основанный на измерении дифференциальных токов контролируемых присоединений и напряжений на полюсах сети относительно "земли" при двух случаях подключения резистивных элементов к каждому из полюсов сети относительно земли. Способ измерения сопротивлений изоляции сети постоянного тока основан на измерении напряжений между "землей" и полюсами, а также постоянных токов, протекающих по присоединениям сети после подключения сначала к одному, а затем к другому полюсу резистивного элемента при одновременном выравнивании напряжений на полюсах сети (рис. 3).

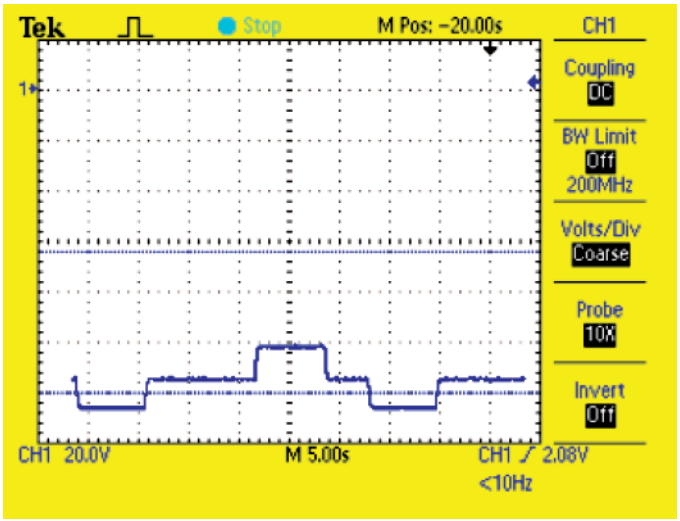


Рис. 4. Осциллограмма напряжения на отрицательном полюсе сети постоянного оперативного тока в режиме измерения сопротивлений изоляции присоединений и всей сети оперативного тока

На основе полученного патента в ООО НПП "ЭКРА" с 2009 года выпускается стационарная система контроля изоляции ЭКРА-СКИ. Особенностью этой системы является то, что она обеспечивает совместную работу с аналогом традиционной схемы контроля изоляции, что практически исключает вероятность ложной работы устройств РЗА и противоаварийной автоматики в сети оперативного постоянного тока. Величины значений сопротивлений резистивных элементов выбраны таким образом, чтобы величина амплитуды напряжения смещения нейтрали в режиме измерения сопротивлений присоединений не превышала 15 В (рис. 4). Величина амплитуды напряжения на поврежденном фидере в режиме измерения сопротивления изоляции присоединения не превышает величины 130 В, что не достаточно для срабатывания дискретного входа в случае металлического замыкания его на "землю".

Система контроля изоляции ЭКРА-СКИ включает в себя терминал ЭКРА-СКИ и датчики дифференциальных токов для контроля сопротивления изоляции присоединений [2]. Информация о состоянии изоляции присоединений и сети оперативного тока в целом выводится на панель управления терминала. Одновременно

на нее выводится информация об исправности датчиков дифференциальных токов, о напряжении аккумуляторной батареи, о напряжении на полюсах контролируемой сети постоянного тока относительно "земли", а также об исправности системы ЭКРА-СКИ, об исправности интерфейса, связующего датчики дифференциальных токов и терминал, об установленном режиме работы системы. Терминал ЭКРА-СКИ имеет разъем Ethernet для взаимодействия с АСУ ТП по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004. Кроме этого контроллер ведет архив событий, текущие значения сопротивлений и архив событий можно посмотреть на компьютере. С помощью интерфейса RS-485 датчики дифференциальных токов обмениваются сообщениями с контроллером терминала.

В 2013 году ООО НПП "ЭКРА" получен патент на способ контроля сопротивлений изоляции присоединений, в котором не требуется знать значения напряжений на полюсах аккумуляторной батареи относительно земли, а только значение приращения дифференциального тока в присоединении ΔI при подключении резистора относительно "земли" к положительному и отрицательному полюсу сети, где $\Delta I = |I_+ - I_-|$, I_+ и I_- – дифференциальные токи контролируемого присоединения при подключении резистора относительно "земли" соответственно к положительному и отрицательному полюсу сети.

Дифференциальные токи контролируемого присоединения зависят от величин сопротивлений изоляции положительного и отрицательного полюса контролируемого присоединения, а также от сопротивлений изоляции положительного и отрицательного полюса сети. Проведенный анализ показал, что приращение дифференциальных токов присоединения ΔI как при несимметричном, так и при симметричном ухудшении изоляции присоединения в диапазоне эквивалентного сопротивления изоляции присоединения $R_{\text{из.экв}} = 5...100$ кОм зависит лишь от эквивалентного сопротивления изоляции контролируемого присоединения в случае применения в сети оперативного постоянного тока системы контроля изоляции ЭКРА-СКИ или реле РКИЭ. Это обстоятельство дало возможность получить зависимость $R_{\text{из.экв}}/\Delta I = F(\Delta I)$.

На основе полученной зависимости разработано переносное устройство поиска фидеров с замыканием на землю в сети оперативного постоянного тока ЭКРА-ПКИ, предназначенное для применения в сети оперативного постоянного тока электростанций, атомных станций и подстанций при определении присоединений с поврежденной изоляцией без отключения потребителей от сети. Переносное устройство ЭКРА-ПКИ позволяет контролировать изоляцию присоединений не только с несимметричным, но и с симметричным нарушением изоляции.

Научно-производственным предприятием "ЭКРА" также выпускается более простое устройство – реле контроля изоляции в сети оперативного постоянного тока РКИЭ, которое, как и система контроля изоляции ЭКРА-СКИ может работать совместно с эквивалентом стандартной схемы контроля изоляции. Диапазон уставок сопротивления изоляции полюсов сети относительно "земли" составляет 10...200 кОм, что выше, чем у традиционной схемы. Это позволяет при реконструкции и установке на старых подстанциях микропроцессорных защит заменять традиционную схему контроля изоляции на реле РКИЭ, при этом реле в автоматическом режиме определяет не только несимметричное, а также симметричное снижение изоляции.

Наличие в системе ЭКРА-СКИ чувствительных датчиков дифференциальных токов позволило в ходе внедрения ЭКРА-СКИ на подстанциях и электростанциях найти ошибки в присоединениях, которые не были найдены ранее при ручном поиске замыканий на "землю", а именно – гальваническое объединение по одному или двум полюсам аккумуляторных батарей, секций щита постоянного тока или нескольких нагрузок. Такие ошибки в присоединениях приводят к возникновению "кольцевых" токов, не связанных с повреждением изоляции, что позволяет снизить вероятность аварий в сети оперативного постоянного тока.

В процессе наладки систем контроля изоляции ЭКРА-СКИ на некоторых объектах АЭС выявилось наличие в сети оперативного постоянного тока переменных дифференциальных токов в присоединениях. Эти токи связанны с применением некоторых типов тиристорных зарядно-подзарядных устройств с повышенным уровнем пульсации выходного напряжения, а также с прокладкой кабелей в условиях помех от устройств промышленной частоты. При этом форма дифференциального тока в присоединениях имеет переменную составляющую 50...300 Гц, величина которого достигает в импульсе несколько сотен миллиампер. Такой дифференциальный ток не связан с сопротивлением изоляции и может быть определен как помеха.

Положительное решение аттестационной комиссии ОАО "Россети" о рекомендации для применения системы контроля сопротивлений изоляции в сети оперативного постоянного тока на объектах ОАО "Россети" говорит о соответствии системы контроля изоляции ЭКРА-СКИ требованиям ОАО "Россети" [3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1 Применение традиционной схемы контроля изоляции позволяет практически полностью исключить ложные срабатывания устройств релейной защиты и противоаварийной автоматики вследствие замыканий на "землю" в разветвленной сети оперативного постоянного тока.
2. Предложено стационарное устройство контроля сопротивлений изоляции присоединений и сети оперативного постоянного тока с напряжением 220 В ЭКРА-СКИ, переносное устройство поиска фидеров с замыканием на землю сетей оперативного постоянного тока ЭКРА-ПКИ и реле контроля уровня сопротивления изоляции полюсов сетей оперативного постоянного тока типа РКИЭ, позволяющие осуществлять совместную работу с эквивалентом традиционной схемы контроля сопротивления изоляции.
3. Предложены датчики дифференциальных токов для контроля изоляции в сети оперативного постоянного тока с большим уровнем помех.
4. Сравнительный анализ технических характеристик устройств контроля изоляции показывает, что у многих из них отсутствует значение перекоса напряжений на полюсах сети в режиме контроля изоляции полюсов, а также в режиме поиска поврежденного присоединения, что является важным с точки зрения ложной работы устройств РЗА, а также наличие датчиков, которые не обладают помехозащищенностью.

Список литературы

1. *Галкин И.А., Шаварин Н.И., Иванов А.Б.* Реле контроля уровня сопротивлений изоляции полюсов сетей оперативного постоянного тока ООО НПП "ЭКРА" типа РКИЭ // Релейная защита и автоматизация. 2010. № 01. С. 26-28.
2. *Быков К.В., Галкин И.А., Лопатин А.А.* Разработки ООО НПП "ЭКРА" в области контроля изоляции в сети оперативного постоянного тока электрических станций и подстанций. Релейная защита и автоматизация. № 3(24), 2016.
4. *Заключение* аттестационной комиссии 23-3/15 от 15.01.2015 о соответствии техническим требованиям ОАО "Россети" системы контроля сопротивления изоляции в сети оперативного постоянного тока напряжением 220 В "ЭКРА-СКИ".

ООО НПП "ЭКРА".
Быков Константин Владимирович *– заместитель заведующего отделом НКУ,*
Галкин Игорь Александрович *– кандидат технических наук, руководитель группы отдела НКУ,*
Лопатин Андрей Анатольевич *– заведующий отделом НКУ.*

НОВОСТИ

SIEMENS ГЛАВА ФСК ЕЭС ПОСЕТИЛ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ПЛОЩАДКИ КОНЦЕРНА «Сименс АГ» В ГЕРМАНИИ

Делегация ПАО "ФСК ЕЭС" во главе с Председателем Правления компании Андреем Муровым в ходе рабочего визита в Германию посетила предприятия "Сименс" по производству высоковольтного оборудования и устройств релейной защиты, расположенные в Берлине. Состоялось обсуждение текущего и перспективного сотрудничества в области развития технологий и наукоемких производств электротехнического оборудования на территории Российской Федерации.

В настоящее время между ФСК ЕЭС и "Сименс" действует ряд соглашений и меморандумов, направленных на усиление научно-технического и прикладного взаимодействия, в том числе соглашения о стратегическом сотрудничестве, а также о развитии долгосрочных взаимоотношений по созданию и развитию современного инновационного серийного производства высоковольтного оборудования на территории Российской Федерации.

В Воронеже и Дубне построены и введены в эксплуатацию заводы по производству КРУЭ классов напряжения от 110 кВ, трансформаторного оборудования, высоковольтных выключателей, релейной защиты и автоматики, а также автоматизированных систем управления.

Наши контакты в социальных сетях:
https://twitter.com/Siemens_Russia
https://www.facebook.com/SiemensRussia

cigré D2
Информационные системы и телекоммуникации

cigré
Российский Национальный Комитет

КОЛЛОКВИУМ-2017 SC D2 CIGRE

МОСКВА, 20–22 СЕНТЯБРЯ

20–22 СЕНТЯБРЯ 2017 ГОДА

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ В КОЛЛОКВИУМЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМИТЕТА (SC) D2 CIGRE

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМИТЕТА D2 CIGRE НАПРАВЛЕНА НА ВНЕДРЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ, НАДЕЖНЫХ И ЭФФЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

/ ЦЕЛЬ КОЛЛОКВИУМА

Обеспечение международного обмена информацией между:

- энергокомпаниями
- производителями оборудования
- научными и проектными организациями
- органами по стандартизации
- регулирующими органами в области информационных технологий и телекоммуникаций

/ ТЕМЫ КОЛЛОКВИУМА

- Программные платформы управления распределенными энергоресурсами
- Устойчивость к киберугрозам информационных и телекоммуникационных систем в электроэнергетике
- Высоконадежная инфраструктура связи для традиционных и новых приложений в энергетике

Регистрация и подробная информация:

www.d2_rus.cigre.ru
E-mail: **colloq2017@cigre.ru**

ЛОКОМОБИЛЬНЫЕ ТЭЦ XXI ВЕКА: ВОЗРОЖДЕНИЕ С АВТОМАТИЗАЦИЕЙ

И.С. ТРОХИН
(Московский государственный областной технологический университет, наукоград Королев, Московская обл.)

В статье приводятся сведения об эволюции локомобильных ТЭЦ, которые строились в нашей стране вплоть до конца 1950-х гг. на основе единых агрегатов с котлами и паровыми поршневыми машинами. Показано, что современные технологии машиностроения и автоматизации позволяют по-новому возродить такие ТЭЦ в коммунальной энергетике.

Ключевые слова: *локомобильная микроТЭЦ, паровой котел, паровая поршневая машина, паропоршневой двигатель, система автоматического управления, Никола Тесла.*

В наши дни немногие знают о локомобиле, представлявшем собой единый агрегат с котлом и паровой машиной. Он работал на объектах малой энергетики страны вплоть до конца 1950-х гг. Но техника локомобильных теплоэлектроцентралей (ТЭЦ) вновь появляется в коммунальной энергетике.

Локомобилестроение было отраслью промышленности. В России оно начало развиваться с начала 1880-х гг. Локомобили выпускались Коломенским, Людиновским, Сызранским и другими машиностроительными заводами, ставшими на долгие годы своеобразным синонимом этой отрасли. Процесс постройки подобных конструкций эпохи пара весьма интересно отражен в классическом немом кинематографе научно-фантастического жанра “Путешествие через невозможное” талантливого французского режиссера и мастера изобретательских идей Жоржа Мельеса в 1903 г.

Локомобили оснащались котлами паровозного типа, т.е. цилиндрическими бочками в горизонтальной ориентации (рис. 1) с небольшой, но очень всеядной топкой. Эти объекты генерации в малой энергетики России (в те времена, правда, такое понятие еще не употреблялось) работали как на исконно “нашем” топливе – дровах (вспомните традиционные русские печи), так и на соломе, ветках, торфе [1].

Рис. 1. Паровой котел классического локомобиля

Локомобили честно заслужили звание надежных и неприхотливых энергетических установок по производству теплоты для потребительских нужд и привода электрического генератора. Хотя, разумеется, по части их эффективного и электрического КПД счет шел буквально на единицы процентов. Однако массовость производства позволяла обеспечивать локомобилями, в частности, деревни и сельское хозяйство.

Такой краткий исторический экскурс – не только дань глубокого уважения к творцам энергетической техники нашей страны. Принципы надежности, простоты и доступности локомобилей возрождаются в подобных конструкциях и сегодня! Речь не идет об уникальных механических шедеврах XIX и XX вв., сохраняемых силами энтузиастов в Переславль-Залесском музее узкоколейных железных дорог (пос. Талицы Ярославской обл.) и Музее техники Вадима Задорожного (Красногорский район Подмосковья, 4-й км Ильинского шоссе).

В прошлом веке локомобили широко применялись на небольших ТЭЦ [2]. Настоящее же и будущее локомобиля – это автоматизированные микроТЭЦ. Под последними понимают когенерационные установки электрической мощностью до 100 кВт.

Современные локомобильные микроТЭЦ оснащаются системами автоматического управления, контроля и защиты на базе микроконтроллерных средств. Это принципиально обеспечивает возможность продолжительной работы таких ТЭЦ без постоянного присутствия обслуживающего персонала или с использованием технологий дистанционного мониторинга. На экране жидкокристаллического дисплея отображается информация о тепловых и электрических параметрах микроТЭЦ в режиме реального времени.

В энергетике Германии уже имеется положительный опыт эксплуатации микроТЭЦ, разработанных и выпускаемых под маркой lion Powerblock (рис. 2) германской компанией OTAG. Это энергетические установки с современными паровыми поршневыми машинами возвратно-поступательного движения и линейными генераторами переменного тока. В них перечисленные выше качества локомобилей реализованы на высоком уровне. И единая агрегатная компоновка котла с машиной напоминает об их локомобильной сущности.

Водяной пар срабатывает в поршневой машине, а его выхлоп полезно утилизируется

Рис. 2. Современная локомобильная микроТЭЦ марки lion Powerblock

в теплообменник для обеспечения потребителей теплом и горячей водой, как у теплофикационного локомобиля. Электрические мощности микроТЭЦ lion Powerblock исчисляются единицами киловатт, а тепловые – не превышают 20 кВт. Этого оказывается достаточно для тепло- и электроснабжения потребителей малоэтажных домов и коттеджей.

В информационных материалах компании OTAG сообщается об эксплуатационном коэффициенте полезного использования теплоты сгорания топлива – около 94% при условии работы микроТЭЦ lion Powerblock на природном газе. Это весьма неплохой показатель общей энергетической эффективности установки. МикроТЭЦ оснащены автоматизированной системой управления, контроля и защиты, построенной на основе аппаратно-программных средств с использованием современной элементной базы. Поэтому за рубежом цифровой “локомобиль” в роли микроТЭЦ стал уже объективной реальностью!

С 1980-х гг. ведутся разработки отечественных паропоршневых микроТЭЦ. Этим занимаются сотрудники ныне объединенной научной группы “Промтеплоэнергетика” Колледжа космического машиностроения и технологии Московского государственного областного технологического университета, Московского авиационного института и Московского энергетического института [3, 4]. Руководит данной тематикой авторитетный российский специалист в области паровых машин, канд. техн. наук Владимир Сергеевич Дубинин.

Области применения паропоршневых микроТЭЦ весьма перспективны для энергетики России: недорогое малоэтажное жилье, садово-дачные хозяйства. Сжигать природный газ или биотопливо под котлами таких установок будет гораздо чище и дешевле, чем бензин и дизельное топливо при более высоких давлениях в цилиндрах малолитражных двигателей внутреннего сгорания электрических агрегатов. И протяженные электрические сети, в которых рассеиваются углеводородные киловатты крупных ТЭС, тоже тянуть не придется.

Не исключается вариант создания автономной от централизованных электрических сетей паропоршневой ТЭЦ для электроснабжения небольшой группы потребителей через однопроводную резонансную линию электрической передачи. Ее варианты являются развитием научного наследия Николы Теслы, многократно запатентованы в России и продолжают разрабатываться во Всероссийском научно-исследовательском институте электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ) под научным руководством академика РАН Дмитрия Семеновича Стребкова [5]. Тепло- и холодоснабжение потребителей от такой микроТЭЦ – по непротяженным тепловым сетям. Принципиально возможно аккумулировать электрическую и тепловую энергию с использованием накопительных установок.

Паропоршневая микроТЭЦ укрупненно состоит из следующих элементов: парогенератора, паропоршневого двигателя, генератора переменного тока, пароводяного теплообменника для получения горячей воды, абсорбционной холодильной машины (опционально), работающей на паре низкого давления, отработавшем в двигателе, блока контрольно-измерительных приборов и автоматики. При работе такой микроТЭЦ более полно, чем в газопоршневой, полезно используется теплота сгорания топлива. Парогенератор не будет подлежать регистрации в органах Ростехнадзора, так как объем его пароводяного пространства – менее 1 л, а произведение этого объема (в литрах) и максимального давления пара (в манометрических атмосферах) будет не более 20. Для увеличения электрической мощности микроТЭЦ, при удовлетворении таких жестких требований, специалисты из научной группы “Промтеплоэнергетика” предлагают повышать мощность котла за счет реализации технологии вибрационного горения и работы топки под наддувом.

Идеи В.С. Дубинина и его коллег не возникли спонтанно. Это результат глубоких научных проработок, практических испытаний и хорошие знания творческого наследия отечественных специалистов по паровой технике. Так, в начале 1950-х гг. в Советском Союзе уже была создана небольшая высокооборотная (около 1000 об/мин) теплофикационная паросиловая установка ЛПУ-1 [6] с одноцилиндровой поршневой машиной. Поэтому богатый научно-технический задел по созданию отечественных локомобилей и легких паросиловых установок необходимо сегодня реализовывать на новом витке исторической спирали развития техники и технологий.

Список литературы

1. *Киселев Н.А.* Локомобили. Устройство, обслуживание и ремонт. – М.: Машгиз, 1960. – 295 с.
2. *Лукницкий В.В., Сильвестров В.В.* Паровые электростанции небольшой и средней мощности / Под общ. ред. В.В. Лукницкого. – М.–Л.: Госэнергоиздат, 1948. – 324 с.
3. *Титов Д.П., Дубинин В.С., Лаврухин К.М.* Паровым машинам быть! // Промышленная энергетика. – 2006. – № 1. – С. 50-53. – Цит. в РИНЦ: 16 (01.10.2014).
4. *Дубинин В.С.* Обеспечение независимости электро- и теплоснабжения России от электрических сетей на базе поршневых технологий: монография. – М.: Изд-во Моск. ин-та энергобезопасности и энергосбережения, 2009. – 164 с.
5. *Стребков Д.С., Некрасов А.И.* Резонансные методы передачи и применения электрической энергии / Под ред. Д.С. Стребкова. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Изд-во ВИЭСХ, 2013. – 584 с.
6. *Демин А.В., Елисеев Н.Н., Крейнин Г.В., Морозов Е.А., Цукерник Л.М., Черкасский А.Х.* Паросиловая установка ЛПУ-1. – М.: Сельхозгиз, 1955. – 248 с.

Трохин Иван Сергеевич *– инженер, Московский государственный областной технологический университет, наукоград Королев, Московская обл.*

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 в энергетике научно-производственный журнал — Информационный партнер

Релейная защита и автоматизация научно-практическое издание — Отраслевой партнер

Информационная поддержка

Территория Нефтегаз; Рынок электротехники www.marketelectro.ru журнал-справочник; Релейщик

Экономика ТЭК сегодня; Деловой журнал Бизнес & Класс; Transmission & Distribution World Russian Edition; ВЛ ОНЛ Overhead Lines Воздушные линии

Энергоэксперт информационно-аналитический журнал; Энергетика и промышленность России; Вести в электроэнергетике

Новости ТЭК EnergyLand.info; Энергополис деловой журнал; ТЭК стратегии развития информационно-аналитический журнал

Энергетик; Электрические станции; Энергия единой сети; УПСС

Электро электротехника • электроэнергетика электротехническая промышленность; Новости электротехники; Агентство Аргус

ТЕМА ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ РАСКРЫТА НА ФОРУМЕ «IT–ЛИДЕР»

IT ЛИДЕР

В Москве прошел ежегодный деловой Форум "IT-ЛИДЕР", темой которого стал интернет вещей и возможности, которые он дает для бизнеса. На мероприятии присутствовали более 300 участников, экспертов ИТ-рынка и первых лиц крупных компаний. Всех волновал главный вопрос: как технологии IoT могут повысить эффективность бизнес-процессов и оптимизировать затраты на ИТ. Об этом и многом другом рассказали участники дискуссий Форума.

Каждый год Форум IT-ЛИДЕР затрагивает самые актуальные вопросы, которые стоят перед представителями ИТ-рынка и бизнес-сообщества. Наиболее обсуждаемый темой этого года стал интернет вещей: за 2016 год прошло множество мероприятий, освещавших IoT, и Форум "IT-ЛИДЕР" помог представителям бизнеса получить наиболее емкую выжимку о самых необходимых инструментах интернета вещей и их применении в рамках бизнес-процессов или производства.

Модератором дискуссий стал **Николай Усков, российский историк и журналист, главный редактор журнала "Forbes", в 2003-2012 годах – главный редактор журнала GQ в России.** Он подчеркнул, что Россия сейчас находится в процессе большой технологической и индустриальной революции, а также революции сознания: "*Мы все давно не представляем свою жизнь без устройств. Они окружают нас повсюду и уже даже привычка ловить такси на улице уходит в прошлое. IoT-реальность, которая уже давно наступила*".

Позицию модератора поддержал **Максим Тамбиев, региональный директор аналитической компании Forrester Research в России.** Тамбиев подчеркнул, развитие интернета вещей идет быстрыми темпами и технологии IoT применяются уже во всех отраслях в той или иной степени. Лидирующие позиции на мировом рынке занимают компании телеком сектора и ЖКХ, далее – нефтегазовый сектор. Прогнозы Forrester Research позитивны: в течение 1-3 лет аналитические приложения для IoT, находящиеся сейчас на стадии раннего развития, перейдут в фазу роста. IoT влияет на все аспекты деятельности компаний – и на общение с клиентами, и на b2b область.

В первой дискуссии "Революция в конкуренции. IoT как инструмент борьбы за клиентов" участвовали представители транспортной и банковской отраслей, ритейла и, конечно, ИТ-рынка. **Борис Бобровников, генеральный директор компании КРОК**, подчеркнул, что в России интернет вещей имеет огромный потенциал и цифровизация экономики неизбежна. Однако развитие IoT идет недостаточно быстро: "*Понятно, что интернет вещей вокруг нас. Однако, если им не заниматься, Россия продолжит быть на 39 месте из 85 возможных в рейтинге стран по развитию IoT. Это место, хоть и почетное, но нам точно есть куда стремиться. Если государство начнет поддерживать ИТ-рынок или хотя бы не мешать ему в развитии, то неминуемо произойдет взрывной рост всех технологий, в том числе и интернета вещей*".

В первой дискуссии речь зашла и о применении новых технологий в интересах банков. **Андрей Попов, руководитель дирекции информационных технологий Райффайзенбанка**, рассказал о том, как финансовые организации уже сейчас применяют технологии бизнес-аналитики и больших данных для повышения операционной эффективности и увеличения продаж: "*В наших руках огромное количество информации и ее анализ позволяет нам сделать банковские продукты более персонализированными. Интернет вещей как раз и есть та технология, благодаря которой мы вовремя можем*

предложить клиенту то, что ему действительно интересно. Например, мы первыми среди российских банков внутри нашего мобильного приложения подключили технологию геофенсинг, которая позволяет каждому клиенту при подходе к той или иной торговой точке предоставлять информацию об интересных предложениях".

О том, как новые технологии помогают ритейлерам рассказал **Кирилл Дубчак, директор по информационным технологиям "Эльдорадо"**: "*Ритейлеры готовы экспериментировать, особенно если видят в технологии реальную возможность заработать или оптимизировать свои расходы. Сегодня наиболее актуальны решения, связанные с аналитикой поведения покупателей, с их идентификацией и, как следствие, формированием персонализированных предложений, которые помогут получить дополнительную выручку. И интернет вещей может в этом помочь*".

Представитель транспортного сектора, **директор филиала РЖД – Проектно-конструкторско-технологического бюро по системам информатизации Семион Кирилл**, также, как и остальные спикеры, подтвердил необходимость IoT не только для внутренних процессов, но и для улучшения качества сервисов: "*Мы используем интернет вещей как для оптимизации и повышения эффективности внутренних процессов, так и для сервисов, которые предоставляем нашим пассажирам. Сейчас, например, разрабатываем концепцию "умный вокзал", помогающую людям ориентироваться на территории вокзалов и определяющую, какие дополнительные услуги мы можем предложить пассажирам, в том числе и в поездах. Думаю, что у интернета вещей большое будущее*".

Во второй дискуссии, темой которой стал промышленный интернет, участники говорили о развитии IoT в промышленности, а также о контроле качества и сокращении издержек производства. **Член Совета директоров Магнитогорского металлургического комбината, Сергей Сулимов**, рассказал, как применение новых технологий повышает эффективность на производстве: "*Интернет вещей – наше неизбежное будущее и те компании, которые раньше всех займутся этим, будут иметь конкурентные преимущества. ММК сейчас наиболее продвинутая среди российских металлургических компаний в плане применения инноваций в производстве. ММК внедряет проекты в области Интернета вещей, Big Data, планирует проекты по беспилотным транспортным средствам и это все только начало*".

Многие спикеры согласились с **Максимом Андреевым, директором по бизнес-приложениям компании КРОК**, который отметил, что сам термин Интернет вещей себя уже перерос: "*IoT – это больше успешный бренд, название, под которым многие игроки развивают принципиально новые подходы, находящиеся на стыке различных отраслей и технологий. Не секрет, что наиболее интересные решения часто появляются именно в таких случаях*".

С такой позицией согласился и **Борис Глазков, директор Центра стратегических инноваций компании Ростелеком**: "*Интернет вещей – это обо всём и по чуть-чуть сразу: и умный холодильник, и умный чайник, и умные турбины, и умные экскаваторы, и умный дом. С моей точки зрения, основной рост технологии интернета вещей будет, прежде всего, в крупном корпоративном и государственном секторах. В них сейчас существует очень мощный спрос на снижение издержек, на повышение эффективности производственных процессов – и интернет вещей позволяет это сделать. Если говорить про игроков и ниши, которые будут наиболее активно развиваться сейчас – это, прежде всего, бизнес-интеграция. Бизнес-интеграторы – это компании, которые берут на себя сборку проектов в интересах заказчиков и готовы инвестировать, в том числе, свои деньги в создание решений заказчика, а значит, готовы брать на себя часть рисков*".

Краеугольным камнем развития в обеих дискуссиях была названа безопасность. "*Сейчас интернет вещей может собрать огромное количество данных о каждом из нас, поэтому защищенность технологии – это первостепенный вопрос, который должен быть зашит внутри всех этапов развития. Без безопасности никакого IoT не может быть*", – прокоммен-

тировал **заслуженный инженер Cisco по вопросам информационной безопасности в России и странах СНГ Михаил Кадер**.

Соорганизаторы Форума "IT-ЛИДЕР": Ассоциация Менеджеров России, информационный ресурс ibusiness, iOne, КоммерсантЪ Деньги, компания КРОК, деловой ИТ-журнал Intelligent Enterprise.

Генеральный информационный партнер – радиостанция Business FM.

Информационные партнеры Форума: журнал Системный администратор, Аналитический Банковский журнал, журнал Банковские технологии, Национальный банковский журнал.

Онлайн-партнеры: журнал "Современные технологии автоматизации", Интернет-издание "Инфокоммуникации онлайн", CRN, PC Week, Global CIO, Журнал "Мобильные телекоммуникации", ИКС-МЕДИА, новостной интернет-портал iot.ru, COMNEWS, New Retail, веб-портал FutureBanking.

Официальные партнеры мероприятия: HPE, Cisco, Huawei. При поддержке: Dell, EMC, Veritas.

Пресс-служба форума "IT-Лидер".
E-mail: itleader@prp.ru

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА «РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭНЕРГОСИСТЕМ 2017» ПРОВОДИТСЯ В ПЕРИОД 25–28 АПРЕЛЯ 2017 ГОДА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Цель конференции – обсуждение существующих и перспективных направлений развития систем релейной защиты, противоаварийной и режимной автоматики (РЗА), определение основных тенденций и путей повышения эффективности и надежности систем РЗА на основе современных достижений и опыта, накопленного ведущими мировыми экспертами и российскими специалистами в этой области и представленного в деятельности Исследовательского комитета CIGRE B5 "Релейная защита и автоматика" и подкомитета B5 РНК СИГРЭ.

Организаторами конференции являются Российский национальный комитет Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения (Ассоциация "РНК СИГРЭ"), АО "Системный оператор Единой энергетической системы" (АО "СО ЕЭС"), ПАО "Федеральная Сетевая Компания Единой энергетической системы", ПАО "РусГидро", ОАО "Выставочный павильон "Электрификация".

Конференция проходит при поддержке Министерства энергетики Российской Федерации и Исследовательского комитета CIGRE B5 "Релейная защита и автоматика".

Для участия в конференции приглашаются:

- специалисты субъектов электроэнергетики, осуществляющих эксплуатацию технических комплексов РЗА;
- специалисты ведущих научно-исследовательских центров, проектных институтов и фирм-производителей оборудования РЗА;
- представители профильных кафедр высших учебных заведений.

Язык конференции: английский и русский.

Основные темы конференции:

1. Современные тенденции и концептуальные вопросы развития систем РЗА.
2. Влияние устройств FACTS и HVDC на функциональность систем РЗА сетей переменного тока.
3. Вопросы развития систем РЗА в сетях с распределенной генерацией.
4. Задачи и технологии моделирования РЗА;
5. Современные тенденции развития систем противоаварийного и режимного управления.
6. Практика применения и вопросы разработки глобальных распределенных систем мониторинга, защиты и управления (WAMPACS).
7. Экспертные системы анализа аварийных ситуаций.
8. Вопросы эксплуатации комплексов РЗА.
9. Развитие программных комплексов расчетов и выбора параметров настройки устройств РЗА.

Конференция и выставка "Релейная защита и автоматика энергосистем" – это мероприятие, которое многие годы дает возможность специалистам обмениваться опытом и передовыми технологиями в профессиональной среде.

Участие в выставке позволяет постоянно совершенствоваться в технике релейной защиты и автоматики, как основного вида электрической автоматики, без которого

невозможна надежная работа современных энергетических систем.

Компании успешно и наглядно продемонстрируют посетителям накопленный опыт в области релейной защиты и автоматики.

Экспозиция выставки – это комплекс актуальных решений в сфере релейной защиты, противоаварийной и режимной автоматики и многое другое.

В рамках деловой программы проходят обсуждения технологий внедрения современных решений в отрасль и формируются эффективные стратегии развития в сфере релейной защиты и автоматики.

Выставка – это:

- Уникальная площадка для демонстрации и ознакомления с последними достижениями в профессиональной среде, инновационными решениями и технологиями и оборудованием в области релейной защиты и автоматики.
- Возможность обмена опытом и поддержания профессиональных связей между российскими и зарубежными компаниями.
- Генерация новых идей, подходов и решений.
- Широкий круг участников и посетителей, включающий в себя технических специалистов отрасли, главных инженеров, общественных и научных организаций.

http://www.rza-expo.ru

В СЕВАСТОПОЛЕ В 2017 ГОДУ ПОЯВИТСЯ ПЕРВАЯ ЗОНА «НОВОЙ ЭНЕРГЕТИКИ»

Первая пилотная зона “новой энергетики” “Энерджинет”, которая соединит инжиниринговые и сервисные услуги для разномасштабных систем и сервисов, может быть развернута в 2017 году в Севастополе, рассказал РИА Новости директор направления “Молодые Профессионалы” АСИ Дмитрий Песков.

“Энерджинет”, подготовленный в рамках Национальной технологической инициативы, – это рынок оборудования, программного обеспечения, инжиниринговых и сервисных услуг для разномасштабных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики. Создатели описывают его как интернет энергии (Internet of Energy) – экосистему производителей и потребителей энергии, которые беспрепятственно интегрируются в общую инфраструктуру и обмениваются энергией.

Среди целей создания такого рынка: обеспечение модернизации и развития экономики РФ за счет внедрения перспективных технологий, комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики, готовность к выходу на смежные сегменты рынка систем и сервисов интеллектуальной энергетики (коммунальные и ресурсные сервисы ЖКХ), объем выручки российских компаний на глобальном рынке разномасштабных комплексных систем и сервисов интеллектуальной энергетики около 40 миллиардов долларов в год.

По словам Пескова, дорожная карта будет рассмотрена на Совете по модернизации экономики и инновационному развитию с участием премьер-министра Дмитрия Медведева.

ПЕРВЫЕ ЗОНЫ

“*Есть подготовленный проект дорожной карты. Там предполагается создание пилотных зон новой энергетики, в том числе в Севастополе и Калининграде, основанных на разработках российских компаний,.. которые позволяют строить сети нового поколения, которые существенно дешевле и надежнее, чем те решения, которые мы сегодня импортируем из других стран*”, – пояснил Песков.

Он отметил, что если внедрение пилотных зон окажется успешным в течение ближайших двух-трех лет, технологический пакет, который лежит в основе этих предложений, может стать основой массового экспорта аналогичных решений в другие страны, в первую очередь, в страны Азии, Африки и Латинской Америки.

"*Отдельный элемент этих решений там уже активно продается, но мы считаем, что мы можем... начать конкурировать с европейскими и американскими производителями на этих рынках. Мы надеемся, что разворачивание пилота в Севастополе может начаться со следующего года*", – продолжил он.

Кроме того, ряд решений предполагается по развертыванию работ по накопителям энергии. Целый ряд решений предлагается и в области альтернативной энергетики, в том числе по интеграции солнца и ветра.

"*В настоящий момент в энергосистемах практически отсутствуют готовые решения, позволяющие массово накапливать электрическую энергию. Если раньше – это было не актуально, то с распространением электромобилей, в 2020 годы нам понадобится хранить и накапливать энергию в огромных масштабах, особенно в районе крупных мегаполисов*", – считает Песков.

ФИНАНСОВЫЙ ВОПРОС

Одной из важных частей карты, отметил собеседник агентства, является интеграция энергетических решений с финансовыми.

"*Для того, чтобы создать рынок, позволяющий накапливать энергию, а потом отдавать ее в сеть, продавав избыток, и наоборот забирать, когда у вас нехватка, необходимо соответствующее решение как на нормативном уровне, так и на уровне организации этого рынка. Нам нужно платежное средство для того, чтобы это делать*", – пояснил он.

Внутри карты обсуждается экспериментальное решение, когда, например, такие группы компаний как QIWI могут создать определенное решение на основе технологии блокчейн, которые бы позволяли оплачивать электроэнергию также как платежи за мобильный телефон, но исключив из этой цепочки всех посредников, рассказал Песков.

"*Если карта будет утверждена, то будет автоматически объявлен отдельный грантовый конкурс... и компании студенческих стартапов, которые создают решения новой энергетики будут получать гранты размером до 20 миллионов рублей. На первые пять карт, именно на разработку, зарезервировано 2 миллиарда рублей*", – сказал Песков.

http://www.crimea.ria.ru

Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии утвержден национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 57114–2016 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике и оперативно-технологическое управление. Термины и определения»

Национальный стандарт ГОСТ Р 57114-2016 утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 4 октября 2016 года № 1302 ст.

Стандарт разработан АО "СО ЕЭС" по Программе национальной стандартизации в рамках деятельности подкомитета ПК-1 "Электроэнергетические системы" технического комитета по стандартизации ТК 016 "Электроэнергетика" (*http://so-ups.ru/index.php?id=tk016*).

ГОСТ Р 57144-2016 разработан с целью актуализации устаревшего понятийного аппарата в отрасли, установленного ранее принятыми стандартами: ГОСТ 21027-75 "Системы энергетические. Термины и определения", ГОСТ 19431-84 "Энергетика и электрификация. Термины и определения", ГОСТ 24291-90 "Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения" и др.

Новый стандарт содержит основополагающие термины, которые необходимы для определения и описания электроэнергетической системы, условий и параметров ее функционирования и предназначены для применения в документации всех видов, в том числе разрабатываемой, утверждаемой и используемой субъектами электроэнергетики, потребителями электрической энергии, органами власти, проектными, научно-техническими, учебными и иными организациями, осуществляющими деятельность в области электроэнергетики.

Стандарт вводится в действие с 1 марта 2017 года, и к этому сроку будет завершена подготовка официального издания стандарта. На период издательского оформления ГОСТ Р 57114-2016 окончательная редакция проекта стандарта будет доступна для ознакомления заинтересованных лиц на сайте ФГУП "СТАНДАРТИНФОРМ" в АИС "ЭКСПРЕСС – СТАНДАРТ" (*http://www.gostinfo.ru/PRI/*).

http://so-ups.ru/index.php?id=press_release_view&tx_ttnews[tt_news]=9868

ADVANTECH
Enabling an Intelligent Planet

Advantech ВЫПУСКАЕТ ДВА ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРА UNO-3283G и UNO-3382G/3384G

Advantech анонсирует выпуск UNO-3283G и UNO-3382/ 3384G – новых безвентиляторных промышленных компьютеров. Серия 3000 компании Advantech известна благодаря своей высокой производительности, большому количеству портов ввода-вывода и возможности гибкого функционального расширения. UNO-3283G и UNO-3382G/3384G имеет два слота для дисков SSD/HDD с поддержкой горячей замены и технологии виртуализации данных RAID 0/1. Благодаря удобному расположению жесткие диски и твердотельные накопители могут легко быть заменены в случае необходимости замены. Новые промышленные компьютеры имеют множество новых функций, что делает их идеальными для производственных или промышленных систем автоматизации.

Для расширения функциональных возможностей новые модели серии 3000 поддерживают технологию iDoor, которая предоставляет пользователям набор портов ввода-вывода и дополнительных функций, таких как промышленные шины, беспроводная связь и порты PoE для умных камер, используемых в системах контроля производства. Благодаря подключаемым по шине расширения PCIe/PCI картам управления движением и видео захвата компьютеры UNO-3283G и UNO-3382G/ 3384G являются идеальным решением для систем машинного зрения и управления.

Корпус UNO-3283G имеет снимаемую L-образную верхнюю крышку, которая предоставляет простой доступ внутрь устройства. Крышка оснащена несъемными крепежными винтами, которые нельзя потерять во время работы с компьютером. Исполнение компьютера также позволяет пользователям иметь простой доступ к слотам PCI/PCIe, модулям iDoor, слоту CFast и батарейки часов реального времени.

UNO-3283G оснащен процессором 6-го поколения Intel® Core™ i7, который на 79 % быстрее по сравнению с процессорами 3-го поколения. Защищенный дизайн поддерживает возможность резервирования питания и обеспечивает работу при температурах от –10 до 60°C, гарантируя стойкость к жестким промышленным условиям. Прочный корпус компьютеров серии UNO-3300 соответствует стандарту UL/ IEC-61010, который определяет требования для работы в промышленных средах.

В дополнение, UNO-3283G оснащен двумя видео портами для DVI-I и HDMI дисплеев, и поддерживает различные варианты креплений, включая установку на стенд и монтаж на стену.

За дополнительной информацией о новых моделях свяжитесь с ближайшим представительством Advantech или посетите наш веб-сайт www.advantech.ru

UNIFY ПРЕДСТАВИЛА НОВЫЕ ОТРАСЛЕВЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ БИЗНЕСА

UNIFY

Компания Unify представила в России бизнес-решения для различных отраслей экономики. Живая демонстрация новых продуктов и решений прошла в рамках второго ежегодного бизнес-форума Unify Vision Day 2016, который прошел 6 октября в Москве.

Участники Unify Vision Day обсудили тренды развития технологий унифицированных коммуникаций (UC) в России и в мире, их влияние на цифровую трансформацию бизнеса. Одной из ключевых задач для компаний сегодня является пересмотр системы коммуникации между сотрудниками. Эксперты Unify рассказали о новых технологиях для повышения продуктивности работников – коммуникационных решениях Circuit и OpenScape. Платформы Circuit и OpenScape объединяют различные сети, устройства и приложения в единую удобную платформу, которая способствует эффективной командной работе.

На мероприятии выступили представители бизнеса, которые поделились успешным опытом внедрения и эксплуатации решений Unify в государственном секторе, космической отрасли, финансовой сфере, а также в промышленности, здравоохранении и других отраслях экономики. Пенсионный фонд РФ представил проект по модернизации сети ведомственной телефонной связи на базе платформы OpenScape Voice. Благодаря легкой масштабируемости и построению единой системы управления внедрение решения Unify позволило упростить администрирование и аварийное восстановление, а также повысить отказоустойчивость всех систем ВТС.

В практической части форума гости смогли увидеть живую демонстрацию в режиме реального времени коммуникационного решения для здравоохранения OpenScape HiMed из лаборатории Unify в Мюнхене. Платформа OpenScape HiMed интегрируется с процессами медицинского сопровождения пациентов в клиниках и стационарах, что позволяет сотрудникам быстро получить доступ к медицинским ресурсам. OpenScape HiMed помогает легко и удобно работать с электронными медицинскими картами, документами и системами диагностики в режиме реального времени, что дает администрации больницы возможность повысить качество обслуживания пациентов.

"*В условиях цифровой трансформации технологии не просто развиваются, но становятся драйвером развития и роста бизнеса. Сегодня было представлено много реальных примеров успешного использования наших технологий, что подтверждает их востребованность и эффективность*, – говорит Сергей Размахаев, генеральный директор Unify в России и странах СНГ. – *Мы отмечаем значительное повышение интереса к коммуникационным решениям, и уверены, что эта тенденция сохранится в течение ближайших лет. Есть еще огромное количество бизнес-процессов, которые могут быть оптимизированы за счет информационных технологий, поэтому спрос на них будет только расти*".

Также в рамках Unify Vision Day компания Unify объявила о выпуске новой версии OpenScape Enterprise Express V9, продажи которой в России начнутся 31 октября. Платформа OpenScape Enterprise Express – это комплексное решение, объединяющее сервисы телефонии, унифицированных коммуникаций, совместной работы и мобильности. OpenScape Enterprise Express помогает растущим предприятиям перейти на корпоративный уровень связи, избежав дополнительных затрат и усложнений, которые связаны с развертыванием и обслуживанием отдельных приложений для голосовой связи через Интернет, HD-видеозвонков и унифицированной коммуникации.

Партнерами форума Unify Vision Day 2016 выступили крупнейшие бизнес-партнеры Unify в России и странах СНГ: компании "ТелеСвязь", "Связь Сервис и Телекоммуникации", "СИС Инкорпорэйтед", "Аванти", Atos, OCS Distribution, Netwell и Merlion.

http://www.unify.com/ru/

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина

В УрФУ РАЗРАБОТАЛИ УНИКАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Испытания роботизированного комплекса для диагностики высоковольтных воздушных линий электропередач (ВЛ) “Канатоход” проходят под Волгоградом.

“Канатоход” – это средство для контроля ВЛ при использовании множества измерительных приборов. Разрабатывается оно при поддержке губернатора и правительства Свердловской области.

Комплекс состоит из беспилотного вертолета и тележки. Вертолет используется для установки и снятия тележки. Тележка перемещается по грозозащитному тросу (молниеотвод, натянутый вдоль воздушной линии электропередачи) над проводами ВЛ.

“Канатоход” сканирует трассу, строит карту, выявляет дефекты, записывает и передает данные. Проект не имеет мировых аналогов, в том числе по ожидаемой производительности и эффективности.

В случае удачной реализации проекта возможно создание высокопроизводительных рабочих мест в экономике Свердловской области и занятие лидирующей позиции в этом направлении.

В планах у разработчиков “Канатохода” получение гранта и соинвестиций, проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, оформление интеллектуальной собственности, маркетинговые исследования. К 2018 году планируется выход на российский и мировой рынок диагностики ВЛ.

http://sk.ru/news/b/press/archive/2016/10/03/

ПРОМЫШЛЕННАЯ ГРУППА «Метран» ПОЛУЧИЛА ПРАВО ПЕРВИЧНОЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

EMERSON Process Management

РОССИЯ, Челябинск (07 октября, 2016). Промышленная группа “Метран” получила право первичной поверки и теперь может выполнять задачи в области поверки средств измерений, что сократит срок оказания сервисных услуг. Доверие к результатам гарантирует Система качества поверочных работ, которая соответствует требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 “Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий”.

Для поверки в “ПГ “Метран” созданы все условия: аттестована эталонная база, еженедельно обновляется нормативная документация по поверке, поверители имеют профильное образование и опыт работы в области аккредитации, программное обеспечение передает информацию о результатах поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. В помещениях для поверки поддерживаются условия в соответствии с требованиями методик поверки. При строительстве завода “Метран” под поверочные помещения заложили специальный фундамент, гасящий вибрации.

“*Предпосылкой получения права поверки стала хорошая метрологическая база завода и аттестация обученных специалистов. С момента получения аттестата мы завершили все подготовительные работы: настроили программу для передачи информации о результатах поверки в АИС “Метрконтроль”, приобрели комплекты клейм со штрихкодом и изготовили пломбираторы. Уже поверены первые расходомеры*”, – отметил Артем Филимонов, главный метролог АО “ПГ “Метран”.

E-mail: Info.RU@EmersonProcess.ru
http://www.emersonprocess.ru

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

+ Контроль основных электрических параметров в трехфазных сетях
+ Технический учет электроэнергии
+ Программирование (настройка) параметров
+ Применение в распределенных системах телемеханики

Основные преимущества:

- визуализация преобразуемых параметров электрической сети;
- дискретные входы - до 8 шт., релейные выходы - до 3 шт., аналоговые выходы - до 3 шт.;
- интерфейсы связи: RS-485 (Modbus RTU, МЭК 60870-5-101), Ethernet (Modbus TCP; МЭК 60870-5-104), Wi-Fi (IEEE 802.11);
- перепрограммирование через Web-интерфейс, программу «Конфигуратор», с помощью кнопок на передней панели;
- отображение состояния и работы входных и выходных сигналов;
- межповерочный интервал 10 лет.

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКТРОПРИБОР

428020, Россия, Чувашская Республика,
г. Чебоксары, проспект И. Яковлева, д. 3

(8352) 39-99-18, 39-99-71
marketing@elpribor.ru
www.elpribor.ru

ОАО «Электроприбор» г. Чебоксары: «ВСЕ ПАРАМЕТРЫ СЕТИ ПОД КОНТРОЛЕМ!»

Н.Г. ЯКОВЛЕВА (ОАО “Электроприбор”)

ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ЭЛЕКТРОПРИБОР

В данной статье приводится краткое описание существующих проблем в системах анализа ПКЭ, предлагаются к рассмотрению новые многофункциональные измерители, предназначенные для решения этих проблем, описывается их предназначение и основные технические характеристики.

Ключевые слова: *ОАО “Электроприбор” (г. Чебоксары), качество электроэнергии, приборы качества электроэнергии ЩМК96, ЩМК120С, МПК, стационарный прибор контроля качества электроэнергии, счетчик коммерческого учета.*

Качество электроэнергии является одним из важнейших факторов надежной, безопасной и длительной эксплуатации современных приборов и электроустановок, применяемых в различных отраслях промышленности и энергетики. Любое отклонение хотя бы одного из показателей качества электроэнергии (КЭ), например, уровня напряжения, от стандартизированного значения приводит к невосполнимым убыткам, связанным с ростом потерь электроэнергии в электросетях, ухудшением пропускной способности и удорожанием эксплуатации электросетей, сокращением срока службы электрооборудования, снижением производительности технологического оборудования, браком продукции и др.

В последнее десятилетие в нашей стране вводятся новые стандарты на методы измерения и нормы значений показателей качества электроэнергии, активно обсуждаются вопросы применения приборов с функциями измерения и контроля качества электроэнергии. Нормативная база достаточно обширна, и по сей день, в нее вносятся корректировки и дополнения:

- ГОСТ 30804.4.30-2013 – Методы измерений ПКЭ.
- ГОСТ 30804.4.7-2013 – Измерения гармоник.
- ГОСТ 51317.4.15-2012 – Фликерметр.
- ГОСТ 32144-2013 – Нормы для значений ПКЭ.
- ГОСТ 32145-2013 – Методы контроля ПКЭ.
- ГОСТ Р 8.655-2009 – Требования к средствам измерения ПКЭ.

Данные стандарты позволяют определять факты несоответствия КЭ в точке измерения установленным нормам.

В качестве устройств, выполняющих функции регистрации параметров КЭ и полного набора гармонических характеристик тока и напряжения применяются приборы контроля КЭ, которые можно классифицировать как:

1. Переносные (мобильные) приборы.
2. Стационарные щитовые приборы.

ПЕРЕНОСНЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Высокая стоимость существующих на рынке приборов КЭ разных производителей делает их недоступными для массового оснащения объектов и постоянного контроля КЭ. Зачастую в целях экономии средств контроля КЭ применяются переносные версии приборов, вместо стационарных щитовых устройств. Сегодняшняя практика применения ПКЭ – установка прибора на неделю, снятие отчетов и перемещение его на новый объект. Данный подход позволяет получать информацию о КЭ в данной точке только за время проведения фактических измерений, удобен в случаях, где не нужен постоянный контроль параметров КЭ.

Для реализации данного подхода ОАО “Электроприбор” разработало серию переносных приборов для контроля показателей

Рис. 1

Рис. 2.
Переносной прибор для контроля показателей КЭ МПК

КЭ **МПК** (рис. 1, рис. 2), которые предназначены для измерения показателей КЭ (параметров тока и напряжения) в трехфазных сетях и системах переменного тока, а также в точках установки средств измерений ПКЭ подстанций, систем мониторинга и управления КЭ, с сохранением результатов измерений по заданным алгоритмам в интервалах времени, отсчитываемых внутренними часами реального астрономического времени.

МПК применяется для установления соответствия значений показателей КЭ нормам качества в системах электроснабжения общего назначения со стандартными напряжениями согласно ГОСТ 29322-2014 (МЭК38-83), а также передачи в цифровом коде через интерфейсы RS-485 и Ethernet.

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ МПК:

- измерение ПКЭ в соответствии с требованиями ГОСТ 30804.4.30-2013 (класс А), ГОСТ 30804.4.7-2013, ГОСТ 32144-2013, ГОСТ Р 51317.4.15-2012, ГОСТ Р 8.655-2009, ГОСТ 29322-2014, ГОСТ 29322-2014, ГОСТ 31819.23-2012, ГОСТ 31819.22-2012;
- интеграция в системы телеизмерений (МЭК 60870-5-104, МЭК 60870-5-101, МЭК 61850-8-1);
- синхронизация времени: NTP (RFC 5905), PTP (IEEE 1588);
- встроенный web-сервер для удаленного доступа к данным и конфигурирования параметров;
- межповерочный интервал 10 лет.

СТАЦИОНАРНЫЕ ЩИТОВЫЕ ПРИБОРЫ

В соответствии с Положением ПАО “Россети” о единой технической политике в электросетевом комплексе (Утверждено Советом директоров ОАО “Россети” (протокол №138 от 23.10.2013)) требуются *непрерывные измерения показателей КЭ* и дополнительных характеристик КЭ в электрической сети различных классов напряжения, *посредством стационарных средств измерения показателей КЭ*, установленных на ПС. Кроме того, для организации системы мониторинга и управления качеством электроэнергии рекомендуется использование счетчиков коммерческого учета с сертифицированными функциями измерения показателей качества электроэнергии.

В настоящее время существует потребность в приборе КЭ, который должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- обеспечение непрерывного измерения и контроля показателей КЭ в соответствии с актуальной нормативной базой;
- синхронное проведение измерений, которое позволяет определить направление распространения искажений в рамках анализируемой системы;

Рис. 3. Прибор ЩМК96

- легкая интеграция в существующие и разрабатываемые системы предприятия или энергообъекта;
- щитовое исполнение с минимальными габаритными размерами;
- доступная цена прибора для массового оснащения энергообъектов.

Для решения вышеперечисленных вопросов и по многочисленным обращениям партнеров ОАО "Электроприбор" разработало и серийно выпускает одни из самых передовых в России, инновационные универсальные приборы серии **ЩМК96** и **ЩМК120С**, служащие для:

- измерения всех электрических параметров сети;
- контроля показателей КЭ на соответствие установленным нормам по классу А (ГОСТ 30804.4.30-2013).

ЩМК96

Прибор способен измерять все электроэнергетические параметры в точке подключения и производить расчет показателей КЭ в соответствии с требованиями актуальной нормативной базы (рис. 3). Протоколы отчетов о качестве электроэнергии формируются в соответствии с ГОСТ 32144-2013.

ЩМК96 успешно прошел опытно-промышленную эксплуатацию на объектах крупных электросетевых компаний, а также в лабораториях ведущих производителей электротехнического оборудования: МРСК Северо-Запада, МРСК Волги, Сетевая Компания Татарстана, Тюменьэнерго, Забайкальская ПМЭС (ФСК ЕЭС), Энергосоюз г. Санкт-Петербург, ЭКРА, ВНИИР г. Чебоксары и др.

Рис. 4. Прибор ЩМК120С

ЩМК120С

Учитывая потребность заказчиков в едином приборе, совмещающем измерение электрических параметров электросетей, показателей КЭ, а также технический и коммерческий учет электроэнергии ОАО "Электроприбор" и ЗАО "ИТЦ Континуум" г. Ярославль осуществили разработку еще одной новинки – прибора ЩМК120С (рис. 4), который выполняет все те же функции, что и ЩМК96, и дополнен функцией **коммерческого учета расхода или потребления** электроэнергии по классу 0,2S (ГОСТ 31819.22-2012, ГОСТ 31819.23-2012).

Это позволяет использовать прибор в любых системах распределения электроэнергии, системах телемеханики, АСКУЭ и АСУ ТП.

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЩМК96 И ЩМК120С:

- многофункциональность: *непрерывное измерение* всех электрических параметров сети, контроль соответствия показателей качества электроэнергии установленным нормам, технический (ЩМК96) и коммерческий (ЩМК 120С) учет электроэнергии;
- снижение эксплуатационных затрат за счет многофункциональности прибора и большого межповерочного интервала:
  - межповерочный интервал – 10 лет;
  - на обслуживании находится только 1 прибор;
  - сокращение количества приборов в обменном фонде;
  - удобство калибровки и поверки из-за единообразия оборудования;

  - упрощение проектирования и монтажа за счет сокращения количества и номенклатуры применяемого оборудования;
  - легкость установки устройства на распределительных щитах. Возможность использования в составе комплектных решений с повышенной плотностью компоновки.
- в приборах реализованы инновационные решения:
  - резервирование питания;
  - резервирование передачи информации по интерфейсам RS-485 и Ethernet. Реализованы наиболее распространенные протоколы синхронизации: NTP и PTP. При использовании протокола PTP точность синхронизации позволяет использовать измеренные данные для определения источников возмущений, виновников нарушений норм ПКЭ и их фактического вклада;
  - поддержка протокола Цифровой подстанции МЭК 61850-8.1.
- демократичная цена.

Таким образом, сегодня системы контроля КЭ становятся на порядок ближе к потребителю, позволяя без существенных затрат организовать *постоянный контроль* качества электроэнергии, используя стационарные щитовые приборы контроля КЭ производства ОАО "Электроприбор" – ЩМК96 и ЩМК120С. В случае проведения периодического мониторинга соответствия сетей установленным нормам КЭ – переносной прибор МПК.

ОАО "Электроприбор" обладает 56-летним опытом разработки средств измерений, имеет отлаженную технологию массового производства измерительных приборов, позволяющей выпускать сотни тысяч устройств в год, необходимых рынку средств измерений:

- щитовых аналоговых электроизмерительных приборов (амперметры, вольтметры, ваттметры и т.д.);
- цифровых приборов, в том числе многофункциональных;
- измерительных преобразователей тока, напряжения, частоты, многофункциональных;
- шунтов, трансформаторов тока, добавочных сопротивлений.

Мы движемся в ногу со временем и готовы к реализации намеченных планов инновационного развития, а также предложений от наших потребителей!

Яковлева Наталия Геннадьевна *– руководитель отдела маркетинга ОАО "Электроприбор".*

НОВОСТИ

Bull ЗАПУСТИЛА ПРОГРАММУ ОБУЧЕНИЯ ПО ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫМ РЕШЕНИЯМ

Bull, торговая марка компании Atos, провела первые сертификационные курсы для партнеров и заказчиков. Участники программы получили квалификационные знания по работе с серверами bullion и Escala.

В ходе двухдневных курсов инженеры Bull рассказали о ключевых характеристиках серверного оборудования бренда и помогли применить полученные знания на практике. Интеграторы, прошедшие сертификационный курс по оборудованию Bull, смогут реализовать крупные инфраструктурные проекты, в том числе внедрение RISC-серверов Bull и готовых предустановленных SAP HANA приложений, а также запуск процессов миграции с проприетарных платформ на открытые решения.

В дальнейшем компания планирует проведение новой сессии сертификационных курсов. "*Мы поставляем в Россию серверные системы high-end класса, их продажа осуществляется только после тестирования*, – отметил Роман Гоц, директор по развитию бизнеса Atos Россия. – *Поэтому наши курсы по работе с оборудованием призваны помочь партнерам, обладая максимумом информации о наших технологиях и возможностях, найти заказчиков и реализовать проекты по внедрению серверов Bull*".

Bull объявила о выходе бренда на российский рынок в марте 2016 года. В октябре производитель запустил демонстрационную лабораторию Bull labs на базе московского офиса Atos. В лаборатории представлены для тестирования серверы bullion и Escala, в дальнейшем планируется появление решений в области суперкомпьютеров (bullx, sequana) и кибербезопасности (Evidian, DirX Directory, crypt2pay, Trustway netHSM и Trustway VPN).

Дополнительную информацию вы можете получить в компании Atos:
E-mail: uliana.moreva@atos.net E-mail: ksenia_makarova@marketingcentre.ru

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

Russian Oil&Gas Industry Week

НАЦИОНАЛЬНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ ФОРУМ

18–19 апреля 2017 г.
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.oilandgasforum.ru

17-я международная выставка

НЕФТЕГАЗ-2017

17–20 апреля 2017 г.
Москва, ЦВК «Экспоцентр»

www.neftegaz-expo.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РСПП

Российское Газовое Общество

СОЮЗ НЕФТЕГАЗОПРОМЫШЛЕННИКОВ РОССИИ

ЭКСПОЦЕНТР МОСКВА

Messe Düsseldorf

25-я международная выставка
электротехники, автоматизации, связи, освещения и безопасности

2017
AMPER
future technologies

21. - 24. 3. 2017 | БРНО

www.amper.cz

организатор: TERINVEST

ЦИТАТЫ И МЫСЛИ О РАЗОБЩЕННОСТИ И ЕДИНСТВЕ

Сила – в единстве, единство – в вере. **NN**

Порознь мы порой кажемся немного неполноценными, а вместе, превращаясь в единое целое, становимся могучей силой. **Кристофер Паолини. Эрагон. Брисингр**

Улыбка соединяет нас наперекор различиям языков, каст и партий.

У меня свои обычаи, у другого – свои, но мы исповедуем одну и ту же веру. **Антуан де Сент-Экзюпери**

Все мы живем вместе, даже если некоторые этого и не замечают.

У всех нас одни и те же корни, все мы ветви одного дерева! **Аватар: Легенда об Аанге**

Один за всех и все за одного! **Д'Артаньян и три мушкетера**

Где нет общности интересов, там не может быть единства целей, не говоря уже о единстве действий. **Фридрих Энгельс**

Действуя сообща, мы делаем сильнее и себя, и наш народ. **Huo Yuan Jia**

В одиночку мы так мало можем сделать. Вместе мы способны свернуть горы. **Хелен Келлер**

Начало успеха – единство, основа достатка – жизнь. **Казахская пословица**

Невозможно, чтобы люди жили вместе, не ощущая то целое, которое они образуют своим объединением, не привязываясь к этому целому, не заботясь о его интересах и не учитывая их в своем поведении. **Давид Эмиль Дюркгейм**

Вселенная – это единое нематериальное информационное поле, в котором все взаимосвязано и которое потенциально является всем, но фактически – ничем. **Джо Диспенза**

Благодаря согласию растут малые государства, из-за раздора гибнут великие державы. **Сенкевич Генрик**

Если... кто-то мыслит иначе, чем я, он не только обогащает меня. Основа нашего единства – Человек, который выше каждого из нас. **Сент-Экзюпери А.**

Где единение, там и победа. **Публий Сир**

Подборка А. ЕГОРОВА

ПОДПИСКА НА ПЕРВОЕ ПОЛУГОДИЕ 2017 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**.
- 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 2009-2016 гг.

Не забудьте указать Ваш точный обратный адрес

www.dep.ru

К О М П А Н И Я Д Э П

ТЕРМИНАЛЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ DEP RTU.X.X ДЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ПРИСОЕДИНЕНИЙ

на базе Т-серии ДЕКОНТ

- Расширенные функциональные возможности
- Серия проектно-компонуемых терминалов
- Гибкий набор обрабатываемых сигналов
- Надежная кольцевая структура сети
- Решение задач телемеханики и АСУ ТП
- Протой и удобный монтаж на DIN-профиль
- Расширенный температурный диапазон
- Обмен данными по оптоволоконным каналам

117545, Москва, ул. Подольских Курсантов, д. 3, стр. 8
Телефон (495) 995-00-12

ООО НПП «ЭКРА», г. Чебоксары, пр. И.Яковлева, 3.
Тел./факс: +7 (8352) 22-01-10, 22-01-30.
E-mail: ekra@ekra.ru, www.ekra.ru

На правах рекламы